430.15/
5531/v.42(1)
#18029

ISSN 0376-477X

中華農業研究

第四十二卷 第一期

目 次

短期高溫對水稻(*Oryza sativa* L.)生長、發育與產量之影響（英文） ……楊純明 James L. Heilman… 1
玉米成株抗葉斑病之全互交分析……謝光照 盧煌勝…12
玉米果穗上、下位子粒於充實期間之醣類濃度與代謝酵素活性變化……林淑雰 劉大江…19
甘藷種原試管中保存技術之研究 I.碳素源對培殖體生長之影響……羅淑芳 廖嘉信…30
不同時期的乾旱處理及除葉對梨樹碳水化合物含量及枝梢形成之影響……施昭彰 向為民…37
酪梨耐根腐病砧木之無性繁殖……鍾志明…46
坡地荔枝園不同覆蓋作物對土壤性質及水土流失……鄭慶生…53
臺灣兩耳草分離的玉米矮化嵌紋病毒之分類特性（簡報）……鄧汀欽 楊一郎 陳主得…64
內生菌根菌 *Glomus clarum* 應用在洋香瓜生產上之效益評估……程永雄 莊明富 杜金池…74
從農業氣象觀點評估溪口農場種植大豆、玉米及落花生之可行性……蔡金川 滚匡時 姚銘輝 蔡財旺 梁連勝 杜金池…85

中華民國八十二年三月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

Response of Rice (*Oryza Sativa* L.) to Short-term High Temperature: Growth, Development, and Yield[1]

Chwen-Ming Yang[2] and James L. Heilman[3]

Abstract : Effects of short-term high temperature occurring in the vegetative and the grain-filling stages on growth, development, and yield of rice (*Oryza sativa* L. cv. Lemont) were studied in the controlled environment. The results showed that an 8-d 35°C treatment at the vegetative stage changed the growing patterns of plant height, total leaf and tiller numbers, and leaf area relative to a 25°C treatment. Plant elongation was reduced for 50 days after treatment. Leaf and tiller production were also restrained, though the tillering rates for the 35°C-treated plants eventually caught up to those for the 25°C-treated ones in about 70 days after treatment. Leaf area expansion was restricted by high temperature; growth of primary leaves 8 to 13 was inhibited. Both leaf length and leaf width were affected. Plant development, in terms of leaf stage, was little affected by temperature treatments in the vegetative stage. Data showed no differences between treatments in the measured yield characteristics. High temperature had little effect on plant height after heading in the grain-filling stage while leaf growth and tillering were stimulated. The panicle numbers per plant increased but spikelets per panicle, percent filled spikelets, and 1000-grain weight decreased as a result of high temperature. The shoot/root weight ratio was elevated by heat stress in the vegetative stage but was decreased by heat stress in the grain-filling stage.

Key words : Rice, High temperature stress, Growth, Development, Yield, Vegetative stage, Grain-filling stage.

Introduction

Although genetic factors are clearly important, numerous reports in the literature have shown that environmental variables imposed a strong impact on growth, development, and yield of crops. Temperature, a prominent element in determining the natural distribution of plants, affects physical and chemical processes at subcellular, cellular and whole plant levels, depending on species and varieties, physiological status of plant, rate and duration of

1. Contribution No. 1650 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.
3. Associate professor, Department of Soil & Crop Sciences, Texas A&M University, College Station, Texas 77843, USA.

temperature changes (Yoshida, 1981), and preceding growth temperatures (Sawada and Miyachi, 1974; Berry and Björkman, 1980). Since temperature stress as other environmental variations is inevitably a common occurrence in nature, actural yield is therefore only a fraction of the maximal possible production in a given climate. Limited information, however, is available on plant responses to short-term environmental variations due to interactions and fluctuations of environmental fators in the field. It is the primary step to study and discern crop growth and yield response to the changes of the individual factor in order to determine the limiting element(s) in complex environmental conditions.

For rice plant (*Oryza sativa* L.), temperature plays a significant role in vegetative growth as well as in reproduction (McDonald, 1971; Oldeman *et al.,* 1986; Yang, 1990; Yoshida, 1980). Clorosis, reduced tillering, and reduced height occur in rice if extreme temperatures exist during the vegetative growth stage. Increased sterility and reduced spikelet numbers per unit ground area, and reduced percentage of filled grain and smaller grain size occur in the reproductive growth stage and the grain filling stage, respectively (Suzuki, 1983; Tanaka *et al.* 1966; Yoshida, 1981). However, it is not fully understood the impact of a short-term high temperature to the seasonal changes of plant growth and development. How rice regulate its biological functions, as shown in the apperance of the external characteristics and yield, and the period required for its recovery to such stress need also to be uncovered in rice plants. Especially, when strategy dealing with the better management system in regard to weather conditions to yield production is taken into consideration.

The experiments were conducted to study the effects of short-term high temperature occurring in the vegetative stage on the seasonal changes of growth and development of rice. Whether such short periods of high temperature occurring in the vegetative and the grain -filling stages affect yield were also investigated. Rice were grown in the controlled environments with temperature as the only variable.

Materials and Methods

Plants of rice cultivar Lemont were grown in opaque plastic containers (0.25 m diameter, 0.20 m height), three plants per pot with even space, filled with fritted clay (Van Bavel *et al.* 1978), and irrigated with nutrient solutions. Plants were irrigated in excess twice a day, early morning and late afternoon, to keep the soil saturated. To avoid salt accumulation, the pots were flushed with distilled water, every seven days during the vegetative growth phase and every three days during the reproductive growth phase. The pots were plugged in the center so that extra water drained from the soil after irrigation. The composition and the watering schedule of nutrient solutions were the same as described by Yang and Heilman (1990). Rice plants were grown as groups in a controlled-environment chamber (day/night temperatures 30°C/20°C; relative humidity 50—70%/90—100%) circulated with ambient air (CO_2 concentration 330—430 ppm). The daylength was 12 h (0800—2000) with a photosynthetic photon flux density (PPFD) of about 650 μmole m^{-2} s^{-1}. Wind speed was about 0.8 m s^{-1}. Pots were rotated periodically to ensure uniformity within the chamber.

When reaching the leaf 7 (L-7) stage or the grain-filling stage (i.e. R-1 stage), some plants were moved to an assimilation cabinet for 8-d temperature treatments (25°C or 35°C) and then returned back to the growth chamber and grown to maturity unless samplings. The leaf stage (plant age) was assessed by the emergence of the primary leaf on the main culm (Yoshida, 1981). For example, when the eighth primary leaf emerges from the main culm, the plant is said to be at the Leaf 7 stage. The Heading stage is from the first day to the seventh day from heading, the R-1 stage is from the eighth day to the fourteenth day from heading, and so on.

The assimilation cabinet was set for a photoperiod of 12 h (0800-1200) and a constant day/night temperature (25°C/25°C or 35°C/35°C) and absolute humidity. The average value of PPFD, provided by 'Ceramalux' lamps (Philips Corp., New Jersey, USA) at the top of the cabinet was about 1300 μmole m^{-2} s^{-1}. The average wind speed was about 1 m s^{-1}.

Changes of agronomic characteristics such as plant height, leaf and tiller numbers, and leaf area were chosen as indications of plant growth and recorded periodically as a function of temperature during and after treatments for each group of plants. The area of leaf was determined by an area meter (LI-3000, LI-COR, Inc., Nebraska, USA). Yield characteristics such as number of spikelets per panicle, number of panicles per plant, percent filled spikelets, and 1000-grain weight were measured at harvest. The shoot/root wieght ratio was also determined. Dry weights of shoot (leaf plus culm) and root were measured after oven -dried at 80°C for 72 h.

Each treatment was repeated four times and the mean values were taken from the averages of each group. Standard errors were also calculated.

Results

High temperature occurring in the vegetative (L-7) stage

Changes of plant height, leaf number, tiller number, and leaf area were chosen as indications of plant growth. It showed that the elongation of the plant was affected by the temperature treatments (Fig. 1). A period of 8-d 35°C temperature reduced the plant elongation for 50 days after treatment. High temperature also restrained leaf and tiller production (Fig. 1), though the tillering rates for the 35°C treatment eventually caught up to those for the 25°C treatment, about 70 days after treatment. Symptoms of white leaf tip and chlorosis were observed in the heat-treated plants (data not shown).

Leaf area expansion was also restricted by high temperature (Fig. 1). The result was further studied by analyzing the areas and the dimensions of the primary leaves on the main culm, as being representatives of the individual leaves on the plant as plant aged. Growth of primary leaves eight to thirteen was restricted by high temperature (Fig. 2). Both leaf length and leaf width were affected (Fig 2).

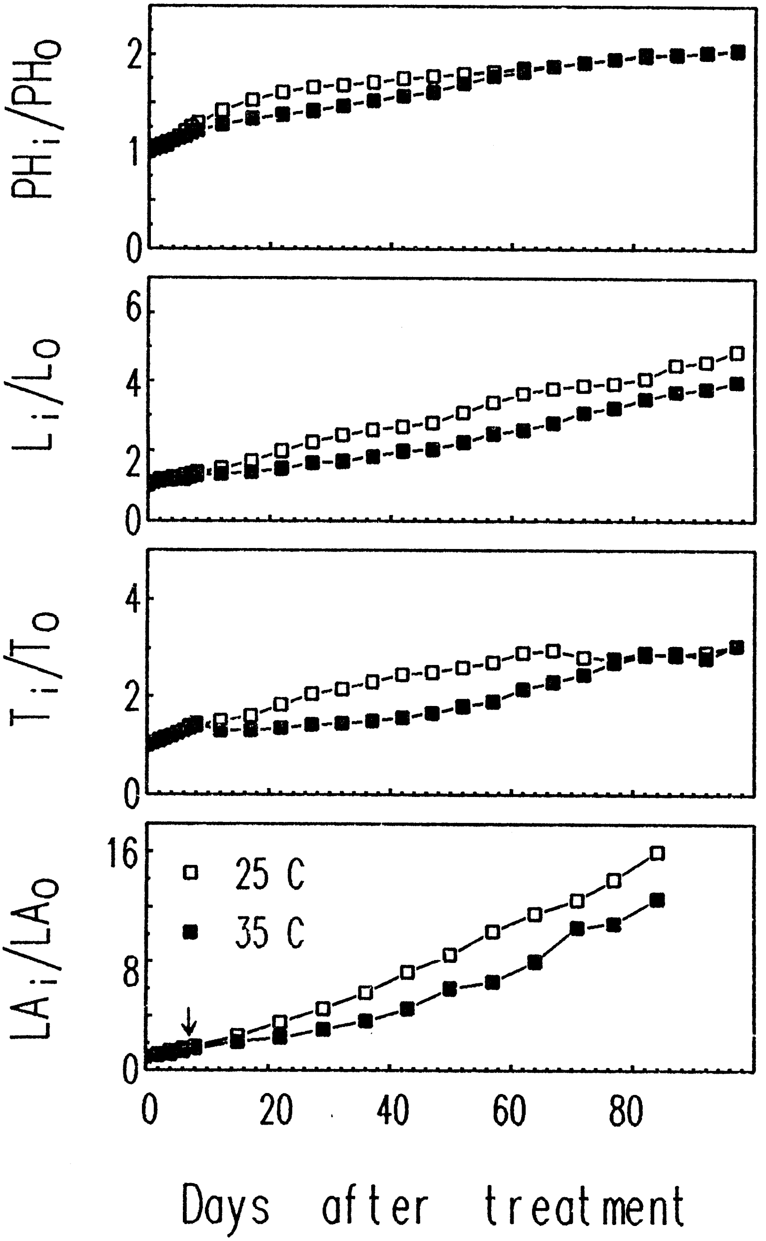

Fig. 1. The ratios of plant heighti/plant height$_0$, leaf numberi/leaf number$_0$, tiller numberi/tiller number$_0$, and leaf areai/leaf area$_0$ after temperature treatments in the vegetative (L-7) stage. Plant height$_0$ was plant height measured at the first day (day 0) of temperature treatment and plant heighti was that measured at the ith day after day 0, and so on. The arrow indicates the first day following the temperature treatments.

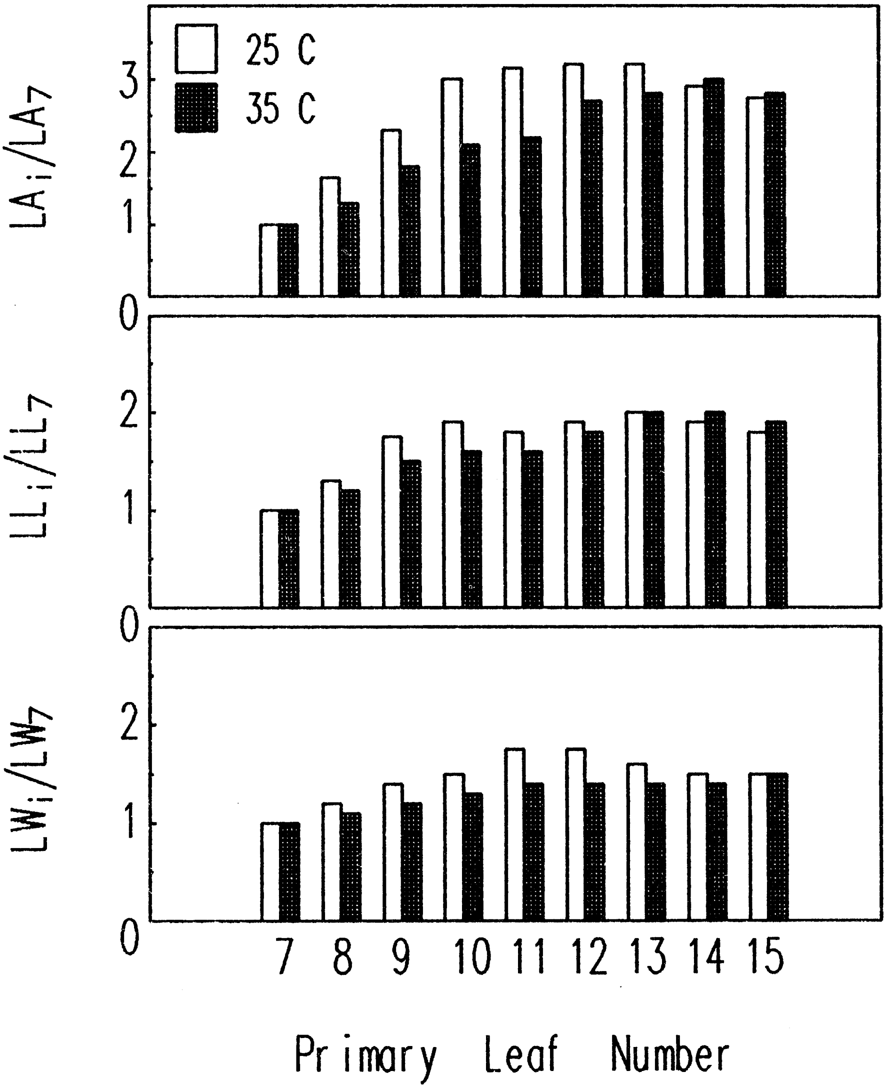

Fig. 2. Effects of high temperature occurred in the vegetetive (L-7) stage on the ratios of leaf area$_i$/leaf area$_7$, leaf length$_i$/leaf length$_7$, and leaf width$_i$/leaf width$_0$ of the primary leaves. Leaf area$_7$ was the leaf area of the 7th primary leaf on the main culm and leaf area$_i$ was the ith primary leaf area, and so on.

The time required for the emergence of each primary leaf after primary leaf number eight was observed. It was shown that plant development, in terms of leaf stage, was little affected by temperature treatments (Table 1).

Table 1. Days required for the emergence of the primary leaves on the main culm after 8-d temperature treatments in the vegetetive (L-7) stage.

Treatment	Time period (days)								
	Primary leaf number								
	9	10	11	12	13	14	15	16	Tatal
25°C	8	12	12	12	13	14	13	16	100
35°C	8	11	12	14	10	12	14	20	101

The yield characteristics between temperature treatments were compared in Table 2. Data showed no difference between treatments in the measured yield characteristics. The shoot/root weight ratio was higher in the 35°C-treated plants than in 25°C-treated ones (Table 3).

Table 2. The yield characteristics measured at harvest between temperature treatments.

Treatment	spikelets per panicle	panicles per plant	percent filled spikelets(%)	100-grain weight (g)
Vegetative (L-7) stage				
25°C	110.2± 9.8@	5.3±1.6	44.1± 5.1	26.2±1.2
35°C	111.6±10.6	5.5±1.4	46.8± 6.3	27.1±1.4
Grain-filling (R-1) stage				
25°C	126.0±11.4	5.6±1.2	60.6± 9.6	20.4±0.6
35°C	80.7±27.1	7.4±1.7	12.4±10.1	13.9±2.3

@Standard error.

High temperature occurring in the grain-filling (R-1) stage

High temperature had little effect on plant height after heading in the grain-filling stage, whereas leaf growth and tillering were stimulated (Fig. 3). Generally total leaf numbers per plant decreased during the process of senescence in the 25°C-treated plants while short-term 35°C caused the emergence of new leaves. Total tiller numbers per plant also increased as a result of high temperature treatment. Consequently, leaf area was maintained until harvest by a shot period of heat stress (Fig. 3).

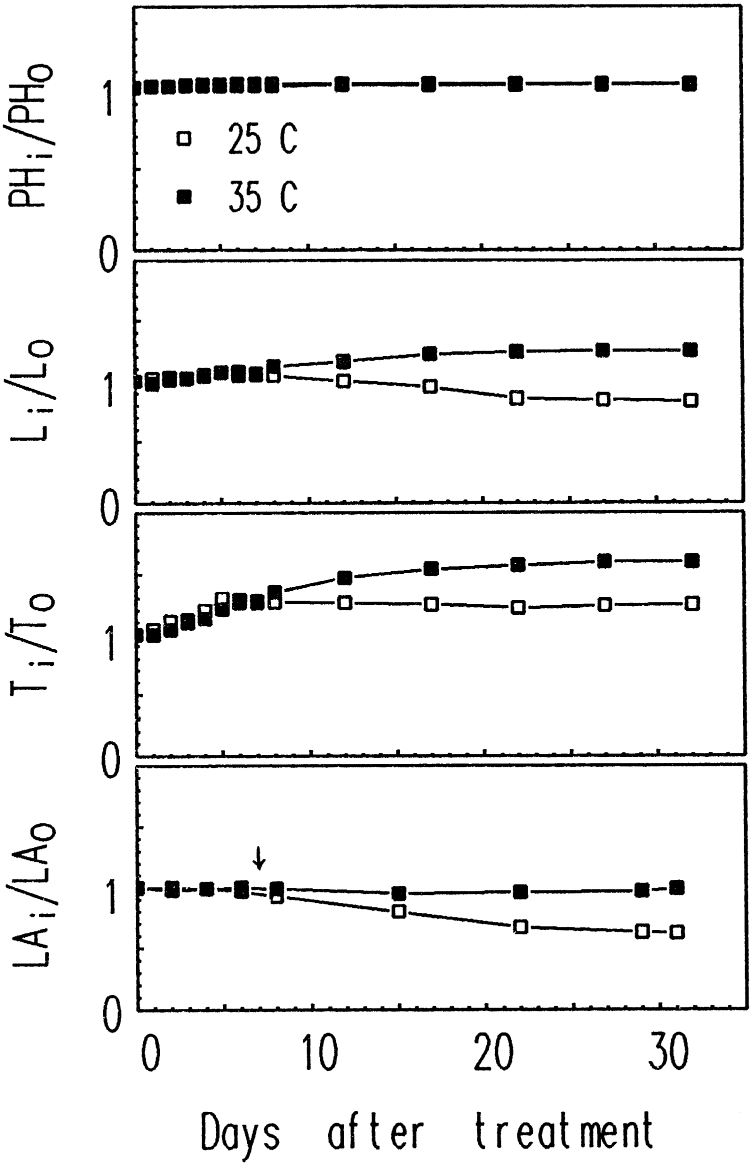

Fig. 3. The ratios of plant heighti/plant height$_0$, leaf numberi/leaf munber$_0$, tiller numberi/tiller number$_0$, and leaf areai/leaf area$_0$ after temperature treatments in the grain-filling (R-1) stage. Plant height$_0$ was plant height measured at the first day (day 0) of temperature treatment and plant heighti was that measured at the ith day after day 0, and so on. The arrow indicates the first day following the temperature treatments.

The effects of short-term high temperture occurring in the grain-filling stage on yield were shown in Table 2. The panicle numbers per plant increased while the other three measured parameters decreased by heat stress. Reductions of 36%, 48%, and 32% were found in spikelets per panicle, percent filled spilelets, and 1000-grain weight, respectively. The increased of panicles per plant was the result of high temperature stimulating heading so that more emerged panicles were counted at harvet.

In the grain-filling stage, high temperature decreased the shoot/root weight ratio (Table 3).

Table 3. The shoot/root weight ratios measured after temperature treatments.

Treatment	Shoot/root weight ratio
Vegetative (L-7) stage	
25°C	1.76±0.25@
35°C	2.03±0.46
Grain-filling (R-1) stage	
25°C	2.00±0.23
35°C	1.85±0.21

@Standard error.

Discussion

Leaves and tillers on a plant are physiologically different in age and activity at a given time. Temperature affects the biological functions that lead to the growth and development of a plant. Lemont, a temperate region rice cultivar (Bollich *et al.*, 1973, 1984 and 1985), is no exception. An 8-d 35°C occurring in the vegetative stage affected the rates of plant elongation, leaf emergence and tillering. The time period required for the emergence of individual leaves and tillers may also be changed. These results, with the additions of the observed symptoms of white leaf tip and chlorosis, were similar to the report published by IRRI (1975). Sutcliffe (1977) pointed out the causes of heat injury in three aspects, i.e., effects on desiccation, metabolism, and protein denaturation.

The results further showed that leaf area expansion rate was influenced by temperature. The reduced leaf area per plant by high temperature treatment was cuased by lower leaf and tiller growth rates and smaller leaf dimensions as a result of alteration of growing processes. Both leaf length and leaf width of individual leaves were affected by temperature. A higher senescence rate was also observed in the heat-stressed plants.

Short-term high temperature occurred in the vegetative growth phase did not affect yield characteristics. Although irregular patterns of growth and development were expressed, rice plants can recover it if no additional heat stress was imposed. The effects of temperature on growth and development of rice under natural conditions can be expected to be much more complicated because of diurnal and seasonal fluctuations of temperature and other climatic variables (Sutcliffe, 1977).

In contrast to the above results, a 35°C temperature treatment in the grain-filling stage stimulated the emergences of leaf and tiller and resulted in maintenance of leaf area until harvest. More tillers and leaves appeared than senesced in the plants that were heat stressed. Although higher temperature produced more photosynthetic tissues throughout the grain-filling stage, the yield was not enhanced. On the contrary, a decrease of 36, 48, and 32% were recorded in spikelets per panicle, percent filled spikelets, and 1000-grain weight, respectively. Such decreases of yield characateristics negated the increase of panicles and strongly reduced yield. It implied that some metabolic processes may be impaired and modified by heat stress and caused the reduction of yield.

The shoot/root weight ratios measured at the end of 8-d temperature treatments showed that stressed-plants (35°C) produced fewer roots than those of non-stressed plants (25°C) in the vegetataive stage. The growth of roots and their functions, therefore, may be affected by heat stress. The water absorption ability and the physiological activity in roots may be impaired and hence affected plant growth and development. High temperature did not restricted root production in the grain-filling stage and root growth and normal root functions may therefore not be suppressed.

Many reports indicated that high temperatures caused injury to rice in the reproductive phase (IRRI, 1975; Suzuki, 1983; Tanaka *et al.*, 1966; Yoshida, 1981). This study further demonstrated that the reduced yield may be caused by lower total spikelet numbers, high percentage of sterility, and reduced grain weight. It may also decrease the grain filling rate due to the impaired biological functions (Suucliffe, 1977). Suzuki (1983) and Tsuno and (1988) also showed that the final grain weight was strongly dependent on the growing conditions at the grain-filling stage. Further, the receving mechanism and enzyme activities of grain may be impaired by heat stress occurring in the grain-filling period (Inaba and Sato, 1976).

References

Berry, J. A. and O. Björkman. 1980. Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. Ann. Rev. Pl. Physiol. 31: 491-543.

Bollich, C. N., J. G. Atkins, J. E. Scott and B. D. Webb. 1973. Registration of Labelle rice. Crop Sci. 13: 773-774.

Bollich, C. N., B. D. Webb, M. A. Marchetti, J. E. Scott and J. W. Stansel. 1984. Lemont characteristics and performance. p. 2-10. *In* : The semidwarf-a new era in rice production. The Texas Agric. Exp. Stan., College Station, Texas, USA.

Bollich, C. N., B. D. Webb, M. A. Marchetti and J. E. Scott. 1985. Registration of Lemont rice. Crop Sci. 25: 883-885.

Inaba, K. and K. Sato. 1976. High temperature injury of ripening in plant. VI. Enzyme activities of kernel as influenced by high temperature. Proc. Crop Sci. Japan 45: 162-167.

IRRI (International Rice Research Institute). 1975. Annual report for 1974. p. 246. Los Banos,

Philippines.
Jiang, C.-Z., T. Hirasawa and K. Ishihara. 1988. Physiological and ecological characteristics of high yielding varieties in rice plants. II. Leaf photosynthetic rates. Japan J. Crop Sci. 57: 139-145.
McDonald, D. J. 1971. The effect of temperature and light on the rate of photosynthesis of 20 rice varieties and hybrids. Ph.D. Dissertation. Texas A&M University, Texas, USA.
Oldeman, L. R., D. V. Seshu and F. B. Caby. 1986. Response of rice to weather variables. IRRI, Manila, Philippines.
Sawada, S. and S. Miyachi. 1974. Effect of growth temperature on photosynthetic carbon metabolism in green plants. I. Photosynthetic activities of various plants acclimatized to various temperatures. Plant & Cell Physiol. 15: 111-120.
Sutcliffe, J. 1977. Plant and temperature. p. 1-57. Edward Arnold, London.
Suzuki, M. 1983. Growth characteristics and dry matter production of rice plants in the warm region of Japan. JARQ. 17: 98-105.
Tanaka, A., K. Kawano and J. Yamaguchi. 1966. Photosynthesis, respiration, and plant type of the tropical rice plant. IRRI, Tech. Bill. No. 7. Los Banos, Philippines.
Tsuno, Y. and Y. L. Wang. 1988. Factors affecting the ripening process of different rice cultivars. Japan. J. Crop Sci. 57: 119-131.
Van Bavel, C. H. M., R. Lascano and D. R. Wilson. 1978. Water relations of fritted clay. Soil Sci. Soc. Amer. J. 42: 657-659.
Yang, C.-M. and J. L. Heilman. 1990. Study of leaf area as functions of age and temperature in rice (*Oryza sativa* L.). J. Agric. Res. China 39: 259-268.
Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. p. 1-110. IRRI, Los Banos, Philippines.

短期高溫對水稻（*Oryza sativa* L.）生長、發育、與產量之影響[1]

楊純明[2]　James L. Heilman[3]

摘要：本項試驗係以半矮性水稻品種 Lemont 爲材料，在控制環境下探討營養生長時期（L-7期）及穀粒充實時期（R-1 期）短期高溫對水稻生長、發育、與產量之影響。根據試驗結果，在營養生長期間施以35°C 八天處理，株高、葉片數、分蘗數及葉面積之生長模式將發生改變。株高伸長降低（長達50天），葉片與分蘗產生減緩，惟分蘗數可於處理後70天增至與25°C處理株相當。葉面積增加亦受到高溫阻滯，包括葉長與葉寬均減少。但營養生長期短期高溫並不干擾稻株發育，也不影響收穫時產量構成要素。穀粒充實期間高溫發生雖不改變株高，葉片數與分蘗數則受到促進，每株（叢）穗數亦增加。然而，每穗粒數、穗粒充實率、與千粒重卻降低。短期高溫在營養生長時期促進（稈／根）重量比值，在穀粒充實時期則抑制之。

關鍵詞：水稻、短期高溫、生長、發育、產量、營養生長期、穀粒充實期。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1650 號。
2. 本所農藝系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 美國德州農工大學土壤暨作物系副教授。美國　德州　大學城。

玉米成株抗葉枯病之全互交分析[1]

謝光照[2] 盧煌勝[2]

摘要：六個玉米自交系親本及其十五個單交組合，於1991年秋作及1992年春作，利用田間自然感染，進行玉米開花後之成株對葉枯病 (*Helminthosporium maydis* race 0) 抗病性之遺傳分析。自交系發病等級在期作間相當一致，六個自交系中，Antigua-2D及 Sw654對葉枯病具有極高的抗病性。組合力分析結果顯示，抗病性係由累加性及非累加性基因所共同控制，其中又以累加性佔極大之比例。本研究建議：利用譜系法或輪迴選種法，改良玉米成株葉枯病之抗病性，當可獲得較顯著之效果。

關鍵詞：葉枯病、全互交分析、一般組合力、特殊組合力、雜種優勢。

玉米葉枯病 (southern corn leaf blight) 係由眞菌*Helminthosporium maydis* Nisik. & Miy (=*Bipolaris maydis* (Nisik.) Shoemaker) 所引起，本病發生於玉米整個生育期，葉片上初期病斑亦呈針眼狀，繼續擴大後，中央成淡褐色，邊緣爲深褐色。通常病斑受葉脈限制而呈散佈狀，若爲極感病品種則病斑快速擴展相連而由葉尖往上蔓延使葉片枯死。本病主要分布於多濕且溫暖的氣候區 (Hyre，1970) ，葉枯病發生嚴重時，對玉米葉片生長及子粒產量皆有顯著影響 (Gregory *et al.*, 1979) 。本省以春作後期及秋作均易發生此病，迄今尙無抗病品種可供栽培。

引起葉枯病之生理小種有O型及T型兩種，台灣葉枯病的發生均由 *Helminthosporium maydis* 的原始O型生理小種所引起 (吳與王，1987) 。抗*H. maydis* O 型生理小種之遺傳研究，Pate and Harvey (1954) 曾報告許多遺傳基因與抗病性有關，雖然無法確實估得基因數目，唯抗性基因的作用屬於部份顯性 (partial dominance) 應不容置疑。Burnette and White (1985) 認爲抗病性之累加性成份遠多於顯性成份。其後，兩對隱性基因 (Craig and Fajemisin，1969；Faluyi and Olorods，1984) 及單一隱性基因 (Smith and Hooker，1973) 控制之抗病性相繼有所發現。對於單一隱性抗病基因 rhm 在幼苗期及成株之存在問題均曾被討論過 (Smith，1975；Thompson and Bergquist，1982) ，一般而言，rhm 基因只於玉米生長早期具有抗病作用，而在吐絲期抗性則被抑制了。不過，最近自 rhm 基因由來種源 (奈及利亞) 選拔而來之自交系 NC250即表現非常優異之成株抗病性，相信係由二對具互補作用之隱性基因所控制 (Thompson and Bergquist，1984) 。Holley and Goodman (1989) 認爲此種成株抗病性受許多遺傳機制所左右，其中包含一系列具累加作用之隱性基因。

不同玉米品種對葉枯病之抗病性有程度上的差異 (Warren，1975；Bera and Giri，1979；吳與王，1987) 。一般沒有抗性之栽培品種，在葉枯病發生前，使用適當的藥劑即可有效預防病害之發生。然而最根本之解決方法，乃育成抗病品種。本研究係在田間自然感染情況下，對玉米成株之葉枯病抵抗性作一分析，以供玉米葉枯病抗病育種之參考。

---

1. 台灣省農業試驗所 研究報告第 1651 號
2. 本所農藝系助理研究員及研究員。台灣省 台中縣 霧峰鄉。

材料與方法

本試驗使用六個自交系，其名稱、系譜、來源、粒型及成熟期早晚等特性詳列於表1。六個自交系親本及其進行全互交（不包括反交）之十五個F_1，分別於1991年秋作（9月19日播種）及1992年春作（1月22日播種）進行田間試驗。秋作及春作試驗均採逢機完全區集設計，二行區，行長5m，行株距75×25cm；秋作十二重複，春作三重複。肥料施用量分基肥及追肥兩次施用，基肥以台肥39號複合肥料（N：P_2O_5：K_2O=12：18：12）每公頃施500kg，播種前施入播種溝內。澆水後，每穴兩粒播，出土後長至4—5葉齡時間拔，每穴僅留一株。追肥以硫酸銨（N=21%）於齊膝期培土時施用，每公頃施450kg。其餘田間管理包括除草、中耕、培土及灌溉等項，依照一般玉米栽培法進行。葉枯病源係利用田間自然發生，於玉米吐絲後28天以小區爲單位調查發病等級，等級之劃分依Miller *et al.*（1970）之方法分0.5至5等六級，0.5爲極抗；1爲抗；2爲中抗；3爲中感；4爲感；5爲極感。調查數據先進行變方分析及平均值顯著性測驗，並以 Griffing（1956）方法二之第一種模式進行一般（general combining ability，GCA）及特殊（specific combining ability，SCA）組合力分析，同時依Frankel（1983）提議之方法估算並比較雜種優勢率（heterosis，H_1）及雜種潛勢率（heterobeltiosis，H_2），以瞭解抗病性有關之顯性程度。H_1=（F_1−MP）／MP×100，H_2=（F_1−HP）／HP×100，MP=（HP+LP）／2，HP爲發病等級較高之親本，LP爲發病等級較低之親本。

表1. 六個參試自交系之背景資料

Table 1. Backgrounds of the six inbred lines evaluated.

Inbed	Pedigree	Origin	Kernel type	Relative maturity
Hi25	(B14A×MV source)BC_4	Hawaii,USA	Dent	Early
Hi31	(B68×MV source)BC_5	Hawaii,USA	Dent	Late
Hi33	(Mo17×MV source)BC_5	Hawaii,USA	Dent	Early
Antigua-2D	Antigua	Caribbean	Flint	Late
Sw654	Suwan-1 derivative	Thailand	Flint	Intermediate
TA80-2598-44	(TA80-2598×Suwan-1)BC_3	TARI,Taiwan	Flint	Early

結果與討論

高溫多濕爲玉米葉枯病發病的良好條件，不論生理小種爲O型或T型，一般溫度越高，葉片損傷的斑點越多，擴散也越快速（Warren，1975）。台灣葉枯病之發生，主要是由*Helminthosporium maydis* race O型所引起（吳與王，1987），秋作及春作玉米成株葉枯病之田間自然發病情況均可能極爲嚴重。本試驗調查所得之平均發病等級（表2），在秋作，參試自交系中以Antigua-2D及Sw654之等級最輕，（均爲0.50），其次爲Hi31，感病較嚴重者有TA80-2598-44、Hi33及Hi25；雜交種中以Antigua-2D×Sw654及Hi31×Sw654之發病等級最輕，而以Hi25×Hi31、Hi25×Hi33及Hi25×TA80-2598-44三者之病害最嚴重。在春作時，自交系發病等級的表現與秋作相類似，同樣以Antigua-2D及 Sw654之等級最輕，其次爲Hi31；而雜交種中仍然以Antigua-2D×Sw654最爲抗病。兩期作的資料中，凡是較感病之自交系間之雜交組合，其發病等級必高；而凡是與 Antigua-2D或Sw654爲親本之雜交組合，其發病等級則均較輕微。多數雜交組合F_1之感病等級介於兩親本平均值與較感病親本之間，少數則介於其兩親本平均值與較抗病親本之間，推測玉米成株葉枯病之抗病性，因雜交組合而異，基因或爲部份顯性，或爲部份隱性。

表2. 六個玉米自交系（對角線上）及其雜交種（對角線右上方）之成株葉枯病發病等級

Table 2. Mature plant ratings for southern leaf blight of inbred lines (on diagonal) and single crosses (above diagonal+).

Crop season	Inbreds	Hi25	Hi31	Hi33	Antigua-2D	Sw654	TA80-2598-44
Fall	Hi25	3.37	3.08	3.12	2.87	1.91	3.29
	Hi31		1.50	2.33	1.37	0.79	2.66
	Hi33			3.00	2.08	2.08	2.91
	Antigua-2D				0.50	0.50	2.21
	Sw654					0.50	1.58
	TA80-2598-44						2.45
Spring	Hi25	3.33	3.16	3.00	2.00	2.00	3.00
	Hi31		2.00	2.50	2.00	1.33	1.66
	Hi33			3.50	1.33	2.00	2.83
	Antigua-2D				0.50	0.50	1.66
	Sw654					0.50	1.66
	TA80-2598-44						2.66

+ Rating scale：0.5 (resistance) to 5 (susceptible)；LSD(0.05)=0.12 and 0.36 for fall and spring crop season, respectively.

經組合力分析結果（表3），不論在秋作或春作，一般組合力及特殊組合力均方皆達極顯著。GCA／SCA 比值，秋作爲32.85，春作爲28.38，顯示玉米成株對葉枯病之抗性係由累加性及非累加性基因所共同控制。其中累加性基因所扮演的角色尤其相對的重要。許多學者對葉枯病抗性之遺傳研究，因所使用的材料不同，其結果也頗有差異，一般可歸納爲下列五種：(1)部份顯性因子控制，且沒有細胞質與核內之交感作用（Pate and Harvey，1954；Lim，1975；Lim and Hooker，1976）；(2)單一隱性基因所控制（Smith and Hooker，1973）；(3)兩個互補的隱性基因所控制（Thompson and Bergquist，1984）；(4)由累加性及非累加性基因所共同控制，其中累加性基因佔大部份（Thompson and Bergquist，1984；Burnette and White，1985）；(5)一系列具累加作用之隱性基因及上位性（epistasis）所控制（Holley and Goodman，1989）。本試驗無法估算抗病有關之基因對數，惟累加性基因較具重要性之結果與Thompson and Bergquist (1984)、Burnette and White (1985) 及Holley and Goodman (1989) 之結論頗爲相近。

表3. 六個玉米自交系及其雜交種成株葉枯病發病等級之變方分析

Table 3. ANOVA of mature plant rating for southern leaf blight of six inbred lines and their sigle crosses.

Crop season	Source of variation	Degree of freedom	Mean squares
Fall	GCA	5	3.81**
	SCA	15	0.11**
	Error	220	0.02
	GCA／SCA		32.85
Spring	GCA	5	3.74**
	SCA	15	0.13**
	Error	40	0.04
	GCA／SCA		28.38

**Significant at 1% level of probability.

秋作環境下，一般組合力效應除Hi31外均顯著異於0（表4），自交系Antigua-2D及Sw654爲負效應，而Hi25、Hi33及TA80-2598-44三者爲正效應。Antigua-2D及Sw654應具有減少葉枯病發生之抗性基因存在。特殊組合力效應僅Hi25×Hi25、Antigua-2D×Antigua-2D、TA80-2598-44×TA80-2598-44、Hi25×Antigua-2D、Hi33×Sw654及Hi31×TA80-2598-44爲顯著異於0，其中前三個爲負效應，後三個爲正效應。春作環境下，自交系之一般組合力效應與秋作相類似（表5），特殊組合力效應方面，則僅有Hi31×Antigua-2D及Hi31×TA80-2598-44二個雜交組合顯著異於0，其中前者爲正效應，後者爲負效應。春作與秋作之特殊組合力效應並不很一致。

表4. 秋作玉米成株葉枯病之一般（GCA）及特殊（SCA）組合力效應

Table 4. Estimates of general (GCA) and specific (SCA) combining ability effect of mature plant rating for southern leaf blight measured in fall crop season.

Effect	Inbreds	Hi25	Hi31	Hi33	Antigua-2D	Sw654	TA80-2598-44
SCA	Hi25	0.338	0.344	−0.275	0.631	0.046	0.022
	Hi31		−0.265	−0.093	0.105	−0.197	0.371
	Hi33			−0.088	0.152	0.433	−0.041
	Antigua-2D				−0.525	−0.161	0.324
	Sw654					−0.046	0.063
	TA80-2598-44						−0.369
GCA		0.825	−0.149	0.512	−0.644	−0.925	0.382

$SE(S_{ii}-S_{jj})=0.152$；$SE(S_{ij}-S_{kl})=0.184$；$SE(S_{ij}-S_{jk})=0.200$；$SE(g_i-g_j)=0.077$.

表5. 春作玉米成株葉枯病之一般（GCA）及特殊（SCA）組合力效應

Table 5. Estimates of general (GCA) and specific (SCA) combining ability effect of mature plant rating for southern leaf blight measured in spring crop season.

Effect	Inbreds	Hi25	Hi31	Hi33	Antigua-2D	Sw654	TA80-2598-44
SCA	Hi25	−0.125	0.354	−0.313	0.125	0.083	0.000
	Hi31		−0.167	−0.167	0.771	0.063	−0.688
	Hi33			0.334	−0.396	0.229	−0.021
	Antigua-2D				−0.292	−0.167	0.250
	Sw654					−0.208	0.208
	TA80-2598-44						0.125
GCA		0.729	0.083	0.583	−0.854	−0.813	0.271

$SE(S_{ii}-S_{jj})=0.219$；$SE(S_{ij}-S_{kl})=0.268$；$SE(S_{ij}-S_{jk})=0.289$；$SE(g_i-g_j)=0.109$.

比較各F_1基因型之雜種優勢率與雜種潛勢率，可瞭解非累加性基因之顯性作用程度（Frankel，1983）。本試驗中之葉枯病感病性，在秋作除了Hi25×Hi33、Hi25×Sw654、Hi31×Sw654、Hi31×TA80-2598-44爲超顯性，Antigua-2D×Sw654爲顯性外，大部份組合均呈現部分顯性因子效應。在春作除Hi25×Hi33、Hi31×Hi33、Hi31×TA80-2598-44、Hi33×Antigua-2D及Hi33×TA80-2598-44爲超顯性，及Hi31×Antigua-2D及Antigua-2D×Sw654爲顯性外，其餘組合則均爲部份顯性（表6）。上述結果亦顯示，與玉米葉枯病有關之基因，其顯性度的表現易受期作所影響。

表6. 十五個F_1雜種成株葉枯病之雜種優勢率（上）及雜種潛勢率（下）

Table 6. Heterosis (upper) and heterobeltiosis (lower) of mature plant rating for southern leaf blight of 15 F_1 hybrids.

Crop season	Inbreds	Hi25	Hi31	Hi33	Antigua-2D	Sw654	TA80-2598-44
Fall	Hi25		26.49	− 1.96	48.32	− 1.29	12.86
			− 8.61	− 7.42	− 14.83	− 43.32	− 2.37
	Hi31			3.70	37.00	− 21.00	34.74
				− 22.33	− 8.66	− 47.33	8.57
	Hi33				18.86	18.86	6.87
					− 30.66	− 30.66	− 3.00
	Antigua-2D					0.00	49.83
						0.00	− 9.79
	Sw654						7.12
							− 35.51
Spring	Hi25		18.75	− 12.20	14.61	8.50	10.00
			− 5.10	− 14.28	− 39.94	− 39.94	− 9.91
	Hi31			− 9.09	85.18	6.40	− 28.57
				− 28.57	0.00	− 33.50	− 37.59
	Hi33				− 27.32	0.00	− 8.11
					− 62.00	− 42.86	− 19.14
	Antigua-2D					0.00	17.73
						0.00	− 39.59
	Sw654						5.06
							− 37.59

過去關於玉米葉枯病抗病性之遺傳研究，大多偏重在苗期或未成熟植株之抗病性。Thompson and Bergquist (1984)，Burnette and White (1985) 及 Holley and Goodman (1989) 則特別強調田間成株之抗病性（開花後1-4星期調查發病等級）。Thompson and Bergquist (1984) 研究中多項試驗係利用田間自然接種方式進行，得到的結果認爲自交系NC250苗期與成株之抗病性屬於二獨立之遺傳控制系統。根據本研究結果，葉枯病之成株抗病性因雜交組合之不同而略有差異，其中某些或爲部分隱性，某些或爲部分顯性；由於累加性及非累加性基因共同控制此抗病性，其中又以累加性佔了極大之比例，因此，建議利用譜系法或輪迴選種改良玉米成株葉枯病之抵抗性，將可獲得較顯著效果。

參考文獻

1. 吳文希、王伯徹。1987。玉米葉枯病原小種、交配型與病原性及栽培品種抗病性的測定。植保會刊29：13—24。

2. Bera, A. K., and D. N. Giri. 1979. Occurrence of southern corn leaf blight in India. Plant Dis. Reptr. 63 (5)：419.

3. Burnette, D. C., and D. G. White. 1985. Inheritance of resistance to *Bipolaris maydis* race O in crosses derived from nine inbred lines of maize. Phytopathology 75：1195—1200.

4. Craig, Jeweus, and J. M. Fajemisin. 1969. Inheritance of chlorotic lesion resistance to *Helminthosporium maydis* in maize. Plant Dis. Reptr.53：742—743.

5. Faluyi, J. O., and O. Olorode. 1984. Inheritance of resistance to *Helminthosporium maydis* blight in maize (*Zea mays* L.). Theor. Appl. Genet. 67：341—344.

6. Frankel, R. 1983. Monographs on theoretical and applied genetics, Vol.6 Heterosis. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

7. Gregory, L. V., J. E. Ayers, and R. R. Nelson. 1979. The influence of cultivar and location on yield loss in corn due to southern corn leaf blight. Plant Dis. Reptr. 63(10) : 891—895.

8. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Biol. Sci. 9 : 463—493。

9. Holley, R. N., and M. M. Goodman. 1989. New sources of resistance to southern corn leaf blight from tropical hybrid maize derivatives. Plant Dis. 73 : 562—564.

10. Hyre, R. A. 1970. Epidemiology of southern corn leaf blight-exploratory experiments. Plant Dis. Reptr. 54(12) : 1131—1133.

11. Lim, S. M. 1975. Diallel analysis for reaction of eight corn inbreds to *Helminthosporium maydis* race T. Phytopathology 65 : 10—15.

12. Lim, S. M., and A. L. Hooker. 1976. Estimates of combining ability for resistance to *Helminthosporium maydis* race O in maize population. Maydica 21 : 121—128.

13. Miller, P. B., J. R. Wallin, and R. A. Hyre. 1970. Plans for forecasting corn blight epidemics. Plant Dis. Reptr. 54(12) : 1134—1136.

14. Pate, J. B., and P. H. Harvey. 1954. Studies on the inheritance of resistance in corn to *Helminthosporium maydis* leaf spot. Agron. J. 46 : 442—445.

15. Smith, D. R. 1975. Expression of monogenic chlorotic lesion resistance to *Helminthosporium maydis* in corn. Phytopathology 65 : 1160—1165

16. Smith, D. R. and A. L. Hooker. 1973. Monogenic chlorotic-lesion resistance in corn to *Helminthosporium maydis.* Crop Sci. 13 : 330—331.

17. Thompson, D. L., and R. R. Bergquist. 1982. A source of resistance to *Helminthosporium maydis* race O that prolongs monogenic chlorotic lesion resistance in corn (Abstract) . Phytopathology 72 : 1140.

18. Thompson, D. L., and R. R. Bergquist. 1984. Inheritance of mature plant resistance to *Helminthosporium maydis* race O in maize. Crop Sci. 24 : 807—811.

19. Warren, H. L. 1975. Temperature effects on lesion development and sporulation after infection by race O and T of *Bipolaris maydis.* Phytopathology 65 : 623—626.

Diallel Analysis of Mature Plant Resistance to *Helminthosporium maydis* in Maize[1]

G. J. Shieh[2] and H. S. Lu[2]

Summary

Six inbreds and their fifteen single cross hybrids were evaluated in fall of 1991 and spring of 1992 under natural epiphytotics for mature plant resistance to southern corn leaf blight (*Helminthosporium maydis*=*Bipolaris maydis*) race O. Inbred line Antigua-2D and Sw654 showed the highest level of resistance. Resistance of the inbred lines to *H. maydis* was consistent between crop seasons. Both general (GCA) and specific (SCA) combining ability were highly significant for resistance in fall and spring crop seasons. Additive effects were accounted for major part of the total variation. This result indicated that pedigree or recurrent selsction methods should be effective in breeding for improved resistance to southern corn leaf blight.

Key words : Southern corn leaf blight, Diallel analysis, General combining ability, Specific combining ability, Heterosis.

1. Contribution No. 1651 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Assistant Agronomist and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

影響碳水化合物自玉米穗軸轉移至子粒因素之研究
3. 果穗上、下位子粒於充實期間之糖類濃度與代謝酵素活性變化[1]

林淑雰[2]　劉大江[2]

摘要：本試驗以單雜交玉米臺351號與臺農育365號爲材料，兩者具相同母本及不同父本，且後者子粒充實性優於前者，於1986及1987年秋作進行田間試驗，在吐絲後連續針對果穗上位（自穗基算起之80～90%長度）及下位（20～30%）子粒與穗軸髓部組織取樣，分析糖類組成及數個與蔗糖代謝及澱粉合成有關酵素之活性，以瞭解基因型間與著生部位間子粒充實性差異的原因，供爲進一步探討碳水化合物自玉米穗軸轉移至子粒因素研究之基礎。子粒葡萄糖濃度自吐絲後7日（7DAS）起快速下降，蔗糖與可溶性糖濃度則以13～20 DAS 最高，但除蔗糖外，子粒充實初期之糖類組成均不足以說明充實能力或速率間的差異。上位子粒之 sucrose synthase 與 ADPG-PPase 活性多以臺農育365號較高，尤以後者之差異最爲明顯，且上位子粒之活性均低於下位子粒，但由於各部位子粒兩個酵素的活性遠超過因應子粒充實速率的需要，尙難定論與影響子粒充實的機制有關。吐絲後初期上、下位穗軸髓部的澱粉濃度高達46.7與29.4%，TNC（total nonstructural carbohydrates）濃度亦高達89.9與77.6%，其後雖然下降，但均以上位髓部較高，成熟期髓部 TNC 濃度維持於20%以上，顯示碳水化合物可順利供應至穗軸，而由穗軸轉移至子粒的過程最可能影響子粒充實性狀。本試驗亦分析果穗髓部 sucrose synthase、ADPG-PPase 與 invertase 活性，認爲除對吐絲後初期之澱粉累積具重要性外，穗軸三個酵素對碳水化合物轉運及子粒充實並不具有特殊意義。

關鍵詞：玉米、子粒充實、醣類代謝、酵素活性。

瞭解玉米果穗上位子粒充實度不如下位子粒的生理機制，有助於謀求提高果穗粒數與平均粒重的方法[8,9]，是近年來頗重視的研究課題。目前多數的研究報告認爲雖然子粒之間有相互競爭作用，但生產碳水化合物的供源能力並不是限制上位子粒充實的主要因子[2,16,22]。發育中玉米子粒獲取碳水化合物的過程極爲複雜，依據 Porter *et al.*[15]的報告，碳水化合物是以蔗糖形態經由穗軸維管束末梢轉運至子粒基部之 pedicel 部位，再於 placento-chalazal 細胞內爲 acid invertase（酸性蔗糖分解酵素）水解爲單醣，進入胚乳基部轉運細胞（basal endosperm transfer cell）後重行合成蔗糖，再於子粒內繼續轉移或進行以澱粉爲最終產物之代謝作用。如果能對穗軸-pedicel組織一子粒流程中的醣類組成及其代謝作用詳加探討，必將有助於瞭解玉米子粒的充實特性及其限制因子。

在玉米不同部位子粒的醣類分析方面，Tollenaar and Daynard[22]指出上位子粒可溶性糖之濃

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1652 號。本項研究承行政院國家科學委員會補助部份經費（計畫編號 NSC76-0409-B-055-05 及 NSC77-0409-B-055-04），本所農藝系玉米研究室提供臺育 365 號玉米種子，謹致謝意。
2. 本所農藝系約僱技術員及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

度較下位子粒高或至少與其相等；但是子粒在充實期間的碳水化合物組成如何，是否可能產生不利的濃度梯階（concentration gradient）而影響轉流與代謝，則是另一個應加注意的問題。Ou-Lee and Setter[12]發現在授粉後7至19日之間，上位子粒的葡萄糖濃度較下位子粒爲高，但蔗糖濃度較低；Hanft *et al.*[9]在蔗糖濃度方面也有相同的報告。換言之，上位子粒能否維持較高的蔗糖濃度，以因應澱粉合成之需，可能是影響充實程度的一項重要因素。

碳水化合物自穗軸轉運至子粒，最後合成澱粉，參與代謝作用的酵素很多，其中由穗軸維管束末梢至胚乳基部轉運細胞的過程中，可能以 acid invertase 最具關鍵性，有左右蔗糖是否能順利轉運至子粒的作用[6]。不過 Hanft and Jones[8]認爲不充實子粒 pedicel 部位 acid invertase 活性較低，也可能是受質（即蔗糖）濃度不足的結果，兩者間的因果關係尙不能完全確定。在胚乳的醣代謝酵素活性方面，Ou-Lee and Setter[12]曾經進行詳細的研究，指出在子粒充實初期，上位子粒的 acid invertase 活性不如下位子粒，在澱粉快速合成期間，下位子粒又具有較高的 sucrose synthase、ADP-glucose pyrophosphorylase（ADPG-PPase）及 insoluble ADP-glucose starch synthase 活性，並且認爲兩個部位子粒在發育早期即具有代謝潛能上的差異。

本研究室曾執行系列試驗，比較玉米果穗不同部位子粒的充實特性，使用之材料爲具相同母本與不同父本之單雜交種臺農351號及臺農育365號，且試驗涵蓋子粒充實全期，與其他學者的研究有所不同。試驗結果證實臺農育365號子粒充實度優於臺農351號，尤以上位子粒最具差異[1]，而且玉米植株的葉片供源能力不是限制子粒充實的成因[2]。本文比較兩個單雜交種上、下位子粒在充實全期的醣類濃度變化，又鑑於蔗糖在澱粉合成作用中扮演重要角色，故對其相關代謝酵素活性予以分析，所得結果應可用爲探討玉米子粒充實生理的參考資料。

材料與方法

採用玉米單雜交種臺農351號（Tainung 351，TNG351）與臺農育365號（Tainung Yu 365，TNGY 365）爲材料，於1986與1987年秋作在臺中縣霧峰鄉本所農場進行試驗，播種時間分別爲9月3日與8月22日，兩個年度之栽培方法相同。栽培時之行株距均爲80×20cm，合每公頃62,500株，播種時每穴播二粒種子，出土後間拔留一株。小區面積40m^2，行長5m，採用逢機完全區集設計，重複四次。肥料用量爲 N：P_2O_5：K_2O＝200：100：90kg/ha，其中氮肥（硫酸銨）之40％與半量之磷肥（過磷酸鈣）及鉀鈣（氯化鉀）各於播種時以基肥及於齊膝期以追肥施用，其餘20％氮肥於播種後約45日用爲第二次追肥。播種後施用萌前殺草劑 Primextra（3.5 l a.i./ha）防治雜草，並視需要防治病蟲害；植株生長至齊膝期後行中耕培土一次。

於田間將同日吐絲之玉米植株標幟，並自吐絲期開始定期取樣，至收穫期（1986與1987年分別爲吐絲後71與66日）爲止，尤其著重吐絲後10至35日間之調查，每3至5日取樣一次。本項試驗係由四個重複中採用固定之三個重複進行取樣，每次自每小區逢機選取標幟植株6株之果穗，再依其長度區分，由基部算起，採用20～30％及80～90％部份材料，分別定義爲下部（basal）與上部（apical）組織，在4°C條件下將子粒與穗軸區分，1987 年試驗並將穗軸髓部分離，供爲分析用樣品。

上述上、下位子粒與穗軸經區分後，取適量以液態氮冷凍後再冷凍乾燥，用以分析葡萄糖、蔗糖、可溶性糖、澱粉及非構造性碳水化合物（total nonstructural carbohydrates，TNC）濃度。醣類分析係將冷凍乾燥及磨粉（40目篩）之樣品以80％乙醇萃取後分析可溶性糖，葡萄糖依 glucose oxidase-peroxidase 方法[20]而蔗糖係依 invertase 分解法[12]分析，澱粉及 TNC 則以 takadiastase 水解法[21]分析。酵素活性測定係以新鮮材料爲樣品，使用之萃取液組成與 Ou-Lee and Setter[12]之報告相同，僅將 DTT 濃度由 1 mM 增高爲 5 mM。鹼性 invertase 活性仿 Ou-Lee and Setter[12]方法而 sucrose synthase 與 ADPG-PPase 係仿照 Rufty *et al.*[19]及 Ou-Lee and Setter[12]方

法分析。

上述各項分析及調查均重複三次，所得數據經變方分析後，以 Duncan's New Multiple Range Test 測定差異顯著性。由於兩個年度試驗結果的趨勢相同，本文係以1986年試驗之資料爲主提出報告。

結　果

臺農351號及臺農育365號玉米上、下位子粒在整個充實期間的葡萄糖濃度與含量變化列於表1；一般而言，濃度均以吐絲後7日（7 DAS）之第一次分析時最高，介於417與757μmol/gdw之間，隨後急劇下降，自13 DAS 起降幅趨緩，27 DAS 起維持穩定之低濃度，約爲100μmol/gdw 左右，直至成熟。在兩個基因型的上位子粒間進行比較，10DAS 之前以臺農育365號爲高，尤以7DAS 時的差距高達64.6%，但其後反以臺農351號較高，至42 DAS 以後之差異則不顯著。下位子粒的表現相似，臺農育365號在16 DAS 以前的濃度較高，但在27 DAS 之後則多低於臺農351號。同一基因型內以上位子粒的葡萄糖濃度高於下位子粒的葡萄糖濃度，尤其以30 DAS 之前的差異最爲顯著。經由計算子粒乾物重與葡萄糖濃度乘積所得葡萄糖含量的變化趨勢，與濃度表現有顯著的不同；由表1得知，葡萄糖含量隨之發育而持續增加，自 13DAS 至71 DAS 期間之增幅可達11～16倍。雖然臺農育365號上、下位子粒的葡萄糖含量在部份取樣期分別較臺農351號上、下位子粒爲高，但在部份取樣期之差異則未達顯著水準，兩者交疊出現，未能表現持續性的高低趨勢。

Table 1. Comparison of concentration and content of glucose between apical and basal kernels of developing Tainung 351 and Tainung Yu 365 maize hybrids (Fall crop, 1986)

Hybrid	Position of Kernel	Days after Silking											
		7	10	13	16	20	24	27	30	35	42	48	71
		μmol/gdw											
Tainung 351	Apical	460c[1]	410b	249a	262a	252a	192a	131a	130a	97a	85b	110a	92ab
	Basal	417d	263d	131d	138d	142c	142c	100c	105b	89b	94a	101b	94a
Tainung Yu 365	Apical	757a	510a	193b	194b	193b	152b	109b	107b	79c	84b	110a	88bc
	Basal	619b	360c	167c	151c	147c	134c	94d	99b	75c	85b	96c	85c
		μmol/kernel											
Tainung 351	Apical			1.4b	1.8c	3.1c	3.2d	4.9c	8.0b	8.8b	10.8c	17.2c	16.6c
	Basal			1.7ab	2.5b	5.1b	9.8b	10.1a	12.4a	14.9a	20.2a	25.3a	26.9a
Tainung Yu 365	Apical			1.5b	2.4b	3.9bc	5.9c	7.2b	9.8b	9.3b	13.1b	20.2b	18.8b
	Basal			2.4a	4.4a	7.0a	11.9a	10.8a	14.4a	15.3a	20.8a	26.1a	26.9a

1 Means followed by the same letter within each column are not significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's New Multiple Range Test.

在子粒的蔗糖濃度方面，共同的變化趨勢是自吐絲後濃度快速升高，上位子粒於16 DAS 達到高峰（538～622μmol/gdw），下位子粒以13 DAS 最高（797～847μmol/gdw），以上位子粒到達最高濃度的時間較晚，其值亦低於下位子粒；蔗糖濃度隨後明顯降低，在35 DAS 之維持於100μmol/gdw 左右（表2）。臺農育365號上位子粒在16 DAS 以前之濃度多較臺農351號爲高，但24～30 DAS 期間反而較低，在子粒充實後期之差異多不顯著。下位子粒蔗糖濃度在 13～30 DAS 期間以臺農育365號爲，其後則多未顯示基因型間的差異。臺農育365號上位子粒的蔗糖含量於 35 DAS 以前較臺農351號高，下位子粒方面，則兩個基因型在不同充實階段互有高低，或無顯著差異（表2），並未表現一定的趨向。綜合而言，下位子粒的蔗糖含量較上位子粒高，成熟期的含量又明顯下降，且以臺農351號高於臺農365號。

Table 2. Comparison of concentration and content of sucrose between apical and basal kernels of developing Tainung 351 and Tainung Yu 365 maize hybrids (Fall crop, 1986)

Hybrid	Position of Kernel	Days after Silking											
		7	10	13	16	20	24	27	30	35	42	48	71
		μmol/gdw											
Tainung	Apical	206c[1]	405b	522d	538c	531a	423a	300a	254a	116b	108a	131a	83a
351	Basal	208c	506a	847a	645a	423b	347b	266c	179b	95c	98a	122ab	68b
Tainung	Apical	262a	438b	609c	622a	514a	314c	287b	185b	131a	106a	118ab	33c
Yu 365	Basal	252b	511a	797b	587b	416b	282d	198d	161c	110b	102a	109b	37c
		μmol/kernel											
Tainung	Apical			3.0b	3.8d	6.6d	7.0c	11.3d	15.7b	10.5c	13.7b	20.5b	14.9b
351	Basal			11.0a	11.5b	15.2b	23.8a	26.7a	21.1ab	15.9b	21.0a	30.5a	19.5a
Tainung	Apical			4.6b	7.8c	10.5c	12.2b	18.8c	16.9b	15.5b	16.5b	21.6b	7.1d
Yu 365	Basal			11.2a	16.9a	19.9a	25.0a	22.7b	23.5a	22.4a	24.9a	29.6a	11.7c

1 Means followed by the same letter within each column are not significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's New Multiple Range Test.

玉米子粒可溶性糖濃度的變化趨勢（表3）與蔗糖相似，自 7 DAS 起升高，上位子粒在10～16 DAS 而下位子粒在10～13 DAS 維持最高濃度，約介於25～30%之間；其後濃度下降，35 DAS 以後維持於5%左右。在上位子粒充實初期（13 DAS 以前），可溶性糖濃度略以臺農育365號較高，20 DAS 以後則多低於臺農351號；下位子粒也有相似的表現，20 DAS 之前臺農365號具有較高之可溶性糖濃度，24 DAS 之後則以臺農351號較高，或無顯著差異（表3）。

澱粉濃度自吐絲後持續升高，上位子粒濃度之直線上升期爲 20～35 DAS，下位子粒爲10～30 DAS，除充實初期及後期外，下位子粒澱粉濃度並高於上位子粒，兩個基因型的表現一致（表3）。臺農351號與臺農育365號下位子粒的澱粉濃度在整個充實過程中均無顯著差異，上位子粒則除 20～35 DAS 期間以臺農351號較低外，其他時期的濃度亦相接近（表3）。

Table 3. Comparison of total sugar and starch concentration (%, dry basis) between apical and basal kernels of developing Tainung 351 and Tainung Yu 365 maize hybrids (Fall crop, 1986)

Hybrid	Position of Kernel	Days after Silking											
		7	10	13	16	20	24	27	30	35	42	48	71
		Total Sugar											
Tainung	Apical	21.7b[1]	27.5a	24.6b	27.2a	22.4a	18.7a	12.7a	13.3a	6.4ab	6.6a	6.6a	5.1a
351	Basal	20.0c	24.1b	25.0b	22.6b	17.2d	15.2b	11.5a	8.6bc	5.9bc	5.4c	6.5ab	4.1ab
Tainung	Apical	22.7a	29.6a	27.5a	26.0a	21.5b	16.1b	12.7a	9.6b	6.7a	6.0b	6.4ab	3.5b
Yu 365	Basal	21.6b	27.4a	28.1a	20.0b	18.0c	13.1c	9.1b	8.4c	5.7c	4.9d	6.0b	3.4b
		Starch											
Tainung	Apical	8.7b	9.5b	13.6b	16.7b	20.4c	31.7c	48.8c	53.2b	63.0b	69.8b	69.6a	70.9a
351	Basal	10.6a	11.9a	17.8a	28.8a	43.3a	53.7a	63.1a	69.3a	72.0a	74.1a	72.6a	73.8a
Tainung	Apical	9.8ab	10.7ab	13.8b	16.5b	25.5b	45.0b	54.7b	57.1b	70.7a	67.8b	68.1a	73.6a
Yu 365	Basal	11.0a	12.0a	17.2a	30.0a	42.4a	56.1a	64.5a	69.8a	70.0a	73.2a	71.8a	72.5a

1 Means followed by the same letter within each column are not significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's New Multiple Range Test.

玉米子粒中 sucrose synthase 活性如以 μmol/gdw/min 單位表示，其一般變化係自10或13 DAS 起快速上升，約於24～42 DAS 期間維持高活性之穩定狀態，其值多在1.30～1.60 μmol/gdw/min 之間，48 DAS 時降低至1.0 μmol/gdw/min 左右，但至71 DAS 子粒完全成熟時，並未再明顯降低（表4）。臺農351號上位子粒 sucrose synthase 活性除於13與16 DAS 較臺農育365號上位子粒低外，其餘時期之差異均不顯著；在下位子粒方面，亦僅以13、24、27及71 DAS 時期之臺農351號活性較低（表4）。換言之，兩個基因型間之差異並未表現一定的趨勢。Sucrose synthase 活性如以 μmol/gdw/min 單位表示，亦於42 DAS 以前持續上升後明顯下降（表4）。臺農351號品種上位子粒在16～30 DAS 期間及下位子粒在13～27 DAS 期間之活性均低於臺農育365號，亦即基因型間的差異較爲一致與顯著（表4）。

Table 4. Comparison of sucrose synthase activity between apical and basal kernels of developing Tainung 351 and Tainung Yu 365 maize hybrids (Fall crop, 1986)

Hybrid	Position of Kernel	Days after Silking 7	10	13	16	20	24	27	30	35	42	48	71
		μmol/gdw/min											
Tainung	Apical	0.56a[1]	0.57a	0.39d	0.95b	1.06a	1.46ab	1.58a	1.55a	1.54a	1.35a	0.97a	0.89b
351	Basal	0.52a	0.50ab	0.62b	1.06a	1.39a	1.27b	1.25b	1.56a	1.38a	1.34a	1.00a	0.89b
Tainung	Apical	0.54a	0.58a	0.49c	1.11a	1.32a	1.58a	1.47ab	1.44a	1.45a	1.49a	0.95a	0.93b
Yu 365	Basal	0.54a	0.44b	0.87a	1.30a	1.26a	1.60a	1.59a	1.38a	1.34a	1.42a	1.02a	1.07a
		μmol/kernel/min											
Tainung	Apical			2b	7b	13b	24c	59c	96b	140b	171c	152b	160c
351	Basal			8ab	19b	50a	87b	126b	184a	231a	288ab	250a	255b
Tainung	Apical			4b	14b	27b	61b	96b	131b	171b	232b	174b	199bc
Yu 365	Basal			12a	37a	60a	142a	182a	201a	273a	347a	277a	339a

1 Means followed by the same letter within each column are not significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's New Multiple Range Test.

表5爲1986年試驗 ADPG-PPase 活性在玉米子粒充實過程中的變化，如考慮兩個基因型上、下位子粒的共同表現，在以 μmol/gdw/min 爲單位的條件下，均自吐絲後快速上升，至20 DAS 達到高峰，其值介於 3.22～4.66 μmol/gdw/min 之間，隨後活性急劇下降，至 48 DAS 時僅及0.38～1.10 μmol/gdw/min，子粒成熟期的活性甚低，均在0.30 μmol/gdw/min 以下。在13～48 DAS 期間，亦即子粒最主要充實階段，臺農351號上位子粒的活性持續低於臺農育365號上位子粒；在下位子粒方面，臺農育365號在13～20 DAS 較臺農351號爲高，但在42～48 DAS 則較低，其他取樣時間的差異未達顯著水準（表5）。如果以 μmol/kernel/min 表示 ADPG-PPase 的活性，兩個基因型玉米上、下子粒的活性於吐絲後逐漸增加，以 35 DAS 時最高，成熟期的下降極爲顯著，較高活性降低達4～18倍（表5）。臺農育365號品系上位子粒在 16～42 DAS 的活性顯著高於臺農351號，下位子粒在 13～24 DAS 也有相同的表現。綜合而言，此一酵素的活性以下位子粒較上位子粒爲高，及臺農育365號較臺農351號爲高，趨勢頗爲一致。

Table 5. Comparison of ADPG pyrophosphorylase activity between apical and basal kernels of developing Tainung 351 and Tainung Yu 365 maize hybrids (Fall crop, 1986)

Hybrid	Position of Kernel	Days after Silking											
		7	10	13	16	20	24	27	30	35	42	48	71
		μmol/gdw/min											
Tainung 351	Apical	0.45a[1]	0.54a	0.96d	1.25c	3.22d	2.70c	2.23c	2.37c	1.69d	0.93c	0.39c	0.23a
	Basal	0.44a	0.64a	1.72b	1.93b	4.23b	4.17a	3.82a	3.73a	3.27a	2.28a	1.10a	0.12b
Tainung Yu 365	Apical	0.44a	0.55a	1.37c	1.76b	3.64c	3.70b	3.24b	2.96b	2.10c	1.44b	0.59b	0.14ab
	Basal	0.48a	0.68a	2.05a	2.35a	4.66a	4.55a	3.96a	3.79a	2.64b	1.69b	0.38c	0.19ab
		μmol/kernel/min											
Tainung 351	Apical			6c	9d	40d	45d	84c	146c	154c	118d	61b	41b
	Basal			22b	34b	152b	287b	384a	439a	547a	490a	275a	34b
Tainung Yu 365	Apical			10c	22c	74c	144c	213b	270b	248b	224c	108b	30b
	Basal			29a	68a	223a	404a	453a	553a	538a	413b	103b	60a

1 Means followed by the same letter within each column are not significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's New Multiple Range Test.

1987年試驗有關玉米子粒 ADPG-PPase 活性的資料列於表6，係以 μmol/kernel/min 爲單位表示；兩個年度試驗所得活性數值雖略有差異，但其表現趨向則非常相近，例如臺農育365號上位子粒在13～45 DAS 及下位子粒在10～27 DAS 期間的活性均顯著較臺農351號爲高，且下位子粒的活性亦持續超過上位子粒；此外，1986年試驗中臺農育365號上位子粒最高活性爲臺農351號上位子粒最高活性之1.85倍，兩者分別發生於30與35 DAS（表5），而1987年試驗臺農育365號上位子粒最高活性爲351號之1.37倍，兩者均發生於 34 DAS（表6），兩個年度的高峰活性的時間相同。

Table 6. Comparison of ADPG pyrophosphorylase activity between apical and basal kernels of developing Tainung 351 and Tainung Yu 365 maize hybrids (Fall crop, 1987)

Hybrid	Position of Kernel	Days after Silking											
		3	10	13	16	20	24	27	30	34	40	45	66
		nmol/kernel/min											
Tainung 351	Apical	—	7c[1]	11d	13d	27d	35d	70d	157c	175d	115c	70c	27a
	Basal	—	19b	29b	46b	109b	226b	357b	442a	466a	215a	166a	38a
Tainung Yu 365	Apical	—	9c	21c	36c	62c	123c	183c	208b	239c	178b	104b	31a
	Basal	—	24a	39a	69a	152a	382a	499a	414a	397b	219a	177a	44a

1 Means followed by the same letter within each column are not significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's New Multiple Range Test.

本試驗除以玉米子粒爲樣品外，同時針對臺農351號品種穗軸之髓部進行部份分析，所得之澱粉與非構造性碳水化合物（TNC）之濃度資料列於表7。上、下位穗軸髓部的澱粉濃度以 3 DAS 第一次取樣時最高，分別爲46.7及24.9%，前者幾爲後者之兩倍；此一濃度隨後下降，自20 DAS 起的變化幅度即大爲縮小。上位穗軸髓部在3～16DAS及34～66DAS 兩者時期均具有較下位穗軸髓部顯著爲高的澱粉濃度，成熟期上、下位穗軸之值分別爲10.3及4.4%。在 TNC 濃度方面，上、下位穗軸髓部呈現自吐絲後至成熟期連續下降的趨勢，3～16 DAS 期間上位髓部的濃度介於60.4～89.9%，下位髓部介於55.2～77.6%，27～66 DAS 期間上位髓部的濃度爲37.4～61.1%，下位髓部爲19.3～44.2%，於同一取樣期比較，均以上位穗軸髓部爲高（表7）。

Table 7. Comparison of concentrations of starch and total nonstructural carbohydrates (%, dry basis) between apical and basal portions of pith segments of Tainung 351 maize cob (Fall crop, 1987)

Position of Kernel	Days after Silking										
	3	10	13	16	20	24	27	30	34	45	66
	Starch										
Apical	46.7a[1]	33.5a	28.6a	15.7a	10.0a	7.3a	8.9a	10.9a	12.8a	9.6a	10.3a
Basal	29.4b	21.4b	11.4b	10.8b	8.6a	5.8b	6.7a	11.3a	9.7b	4.6b	4.4b
	TNC										
Apical	89.9a	80.3a	65.2a	60.4a	53.3a	55.8a	50.3a	61.1a	50.9a	44.3a	37.4a
Basal	77.6b	74.3b	57.1b	55.2b	51.6a	53.6a	44.2b	40.8b	38.4b	26.3b	19.3b

1 Means followed with the same letter within each column of a category are not significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's New Multiple Range Test.

臺農351號上、下位穗軸髓部在子粒充實期間數種與醣類代謝有關酵素的活性示於表8；髓部 ADPG-PPase 活性低於子粒同一酵素的活性，變化趨勢亦有不同，其活性以吐絲後初期最高，20～34 DAS 期間則低而穩定；上位髓部的活性在3～10與27～34 DAS 兩個時期較下位髓部爲高。在 invertase 方面，上位髓部的活性以吐絲後初期最高，在90 nmol/gfw/min 以上，27 DAS 以前維持於50 nmol/gfw/min 左右，明顯超過下位髓部，在所有的取樣中，只有30 DAS 的部位間差異未達顯著水準。（表8）。Sucrose synthase 的表現相似，3 DAS 時之活性在630 nmol/gfw/min 以上，其後雖然降低，但20 DAS 出現另一高峰，活性約爲 300～400 nmol/gfw/min，以上、下部位間比較，在20 DAS 以後以上位髓部較高（表8）。綜合三個酵素的表現，共同點均以吐絲後早期即具有最高的活性，隨著子粒發育及充實，活性反而降低，在多數取樣中並以以上位髓部的活性較高。

Table 8. Changes in activties (nmol/gfw/min) of ADPG pyrophosphorylase, invertase and sucrose synthase between apical and basal portions of pith segments of Tainung 351 maize cob (Fall crop, 1987)

Hybrid	Position of Kernel	Days after Silking									
		3	10	13	16	20	24	27	30	34	45
ADPG pyro-phosphorylase	Apical	523a[1]	397a	166b	126a	123a	111b	146a	112a	112a	nil
	Basal	479b	277b	200a	134a	125a	142a	102b	91b	91b	nil
Invertase	Apical	94a	103a	73a	52a	54a	48a	60a	34a	29a	39a
	Basal	28b	62b	45b	28b	31b	20b	27b	27a	18b	15b
Sucrose Synthase	Apical	649a	—	296a	245a	385a	206a	161a	141a	99a	39
	Basal	636a	462	305a	236a	311b	112b	112b	78b	24b	nil

1 Means followed the same letter within a row of an individual category are not significantly different at $\alpha=0.05$ by Duncan's New Multiple Range Test.

討　　論

玉米上、下位子粒間醣類組成及代謝酵素活性具有相當的差異[9,12,13,22]，但是有關基因型間的比較則甚爲少見；本試驗以具有相同母本及不同父本之單交種臺農351號及臺農育365號爲材料，後者上、下子粒之充實性狀均優於前者[1]，主要目的在比較基因型間的異同，尤其著重上位子粒的表現，而以上、下位間的比較爲輔。

玉米子粒在吐絲後約20日內爲細胞分裂與體積快速膨大期[5]，臺農351號及臺農育365號上位子粒都具有極高的可溶性糖濃度（表1～3），但是基因型間的差異卻未顯示一定趨向，其中葡萄糖濃度以

第一次取樣（7 DAS）最高，其後急速下降，與 Ou-Lee and Setter[12]的報告相同，但與 Hanft *et al.*[9]的結果有異；臺農育365號上位子粒在10 DAS 以前之葡萄糖濃度較臺農351號爲高，13～30日期間反而較低（表1），並不能與子粒鮮重及乾重的變化（臺農育365號持續較高）[1]相符合，而同一基因型內又以上位子粒的濃度超過下位子粒，推測較高的葡萄糖濃度並不能反應較高的子粒充實速率；在這一方面，Hanft *et al.*[9]也有類似的報告。事實上，碳水化合物是以單醣型態進入胚乳後，再合成蔗糖[15]，換言之，葡萄糖等單糖能否有效的被合成爲蔗糖，以維持較高之蔗糖濃度，可能與子粒充實的關係更爲直接。

至於臺農351號及臺農育365號上位的蔗糖濃度（表2），以13～16 DAS 最高，與 Ou-Lee and Setter[12]及 Tsai *et al.*[23]的報告相同，但亦異於 Hanft *et al.*[9]的試驗結果。Ou-Lee and Setter[12]指出玉米子粒在授粉後7～19日間，下位子粒具有較高的蔗糖濃度，而這些蔗糖主要貯存於液泡（vacuole），透過滲透壓的改變促使水分內移，有助於細胞膨大；本試驗中在16 DAS 以前以臺農育365號上位子粒的蔗糖濃度高於臺農351號，可能在導致細胞膨大方面具有相同意義。於同一基因型內的上、下位子粒間比較，則臺農351號與臺農365號下位子粒蔗糖濃度在10～13 DAS 均顯著較上位子粒爲高，20 DAS 以後較低，推測與下位子粒快速充實發生時間[1]與澱粉累積（表3）較早及將蔗糖用於澱粉之合成有關。

不論基因型與子粒著生部位，葡萄糖、蔗糖與可溶性糖濃度均於 13～16 DAS 或更早開始快速下降，而澱粉濃度亦於同一時間開始快速上升，顯示子粒醣類的利用方式及代謝作用有所轉變。Sucrose synthase 活性（以 nmol/gfw/min 或 nmol/kerne/min單位表示）自10～13 DAS 起上升，約於24～42 DAS 間維持高活性之穩定狀態（表4），而同一期間蔗糖由最高濃度下降至最低穩定濃度（表2），子粒充實速率亦於 30 DAS 左右達到高峰[1]，因此推論sucrose synthase 係以分解蔗糖的方式促進澱粉合成，Chourey and Nelson[3]及 Preiss[17]對此一酵素之作用都曾有相同的報告。至於另一個與蔗糖分解有關的酵素 invertase 雖然也存在於發育中的玉米子粒，但是被認爲主要影響醣類自 pedicel 組織轉移至胚乳基部轉運細胞，對胚乳內蔗糖代謝的重要性可能並不如 sucrose synthase[4,7]。本試驗中臺農育365號上位子粒之 sucrose synthase 活性僅於13及16 DAS 高於臺農351號上位子粒，而且上、下位子粒在多數取樣期具有相近的活性（表4），亦即未能表現基因型間及部位間的差異；由於本試驗所得測得 sucrose synthase 活性遠超過子粒充實（主要爲澱粉累積）速率的需求，以子粒具最高充實速率的 30 DAS 爲例，活性爲264～490 nmol/kernel/min ，充實速率爲6.66～10.10nmol/kernel/min[1]，因此推測 sucrose synthase 活性並不是導致基因型間或部位間子粒充實差異的主要影響因子。

ADPG-PPase 與澱粉合成有密切關係，並具有調節性能[17]；在本試驗中，上、下子粒 ADPG-PPase 活性均於進入直線充實期後（約20～40 DAS）較高（表5～6），與 sucrose synthase 活性表現相同，均能與子粒累積乾物質的模式相配合，亦與 Ou-Lee and Setter[12]的結論相近。臺農育365號上位子粒於13～48 DAS 間的活性持續高於臺農351號上位子粒，下位子粒亦明顯高於上位子粒（表5～6），其差異程度並超過 sucrose synthase 的表現。基於前述之顯著差異性，及 ADPG-PPase 對澱粉合成有調節功能，似乎顯示此一酵素可能的關鍵作用，但是由於本試驗所測得之酵素活性能充份因應子粒充實（速率）需求，Ozbun *et al.*[14]亦曾指出在玉米子粒快速累積澱粉期間，ADPG-PPase 活性爲澱粉合成速率的4～8倍，此外，玉米子粒粗萃取液中含有 ADPG-PPase 的抑制物，如不將此酵素純化，常有低估其活性的可能；因此是否可以經由本試驗中 ADPG-PPase 活性分析確定其爲影響子粒充實的關鍵因子，仍然有待繼續研究。

碳水化合物能否順利的自葉片經葉鞘被轉運至穗軸，進而進入子粒，對子粒之充實亦極重要，本研究室曾於子粒發育全期分析葉鞘及果穗上、下位穗軸之糖類組成，認爲臺農育365號及臺農351號玉

米均有充足的供源能力，碳水化合物可順利的被轉運至穗軸頂端[2]，本試驗採用臺農351號上、下位穗軸髓部組織進行更詳細的分析，結果發現澱粉及 TNC 濃度均以吐絲後初期最高，其後維持下降趨勢，又以上位髓部的濃度顯著高於下位髓部，成熟期之 TNC 濃度高達20%以上（表7），再度確認碳水化合物供應至穗軸不爲子粒充實的限制因子，與林與劉[2]及 Reed and Singletary[18]的結論相同。而上位髓部澱粉濃度高於下位髓部的現象是否表示蔗糖不能充份轉移至子粒，因而合成澱粉，亦爲一值得注意的問題。

以往有關玉米完整穗軸或髓部醣代謝酵素活性的研究報告極爲少見，本試驗分析髓部 ADPG-PPase 酵素活性，發現上位髓部在3～10及27～34 DAS 期間之活性較下位髓部爲高，其他時期之差異多不顯著；由於髓部 ADPG-PPase 活性極低，僅爲子粒活性之10%以下（表5與表8），而本試驗取樣方式又不能提供髓部澱粉累積速率資料，因此尙難據以判定此一酵素之活性是否足以影響澱粉累積之模式。同樣的，上位髓部組織的 invertase 活性雖然極顯著的高於下位髓部，但與 sucrose synthase 的絕對活性均低（表8），且上位穗軸蔗糖濃度較下位穗軸爲高[2]，推測影響穗軸蔗糖濃度的因子在於源自葉片的轉運及轉移至子粒的速率，invertase 與 sucrose synthase 所扮演的角色可能並不重要。

雖然針對髓部組織兩種蔗糖代謝酵素與一種澱粉同化酵素活性的分析未能解釋髓部醣類濃度在子粒充實全期的變化，但髓部在吐絲後初期的澱粉濃度最高可達45%以上，顯示有旺盛的合成作用進行，此一時期的 invertase、sucrose synthase 與 ADPG-PPase 活性亦爲最高，可能前二者同具水解蔗糖功能，後者促使澱粉合成。髓部澱粉濃度雖於子粒充實期間持續下降，但因爲穗軸乾重自吐絲至成熟期的增加量可達15倍之多[11]，亦即澱粉含量並未減少，換言之，穗軸可充分供應蔗糖至發育中之子粒，無需仰賴分解澱粉而提高蔗糖供應量；不過穗軸除具轉運及暫時貯存碳水化合物能力外，並無其他重要生理功能，因此判斷穗軸髓部三個醣代謝酵素對玉米子粒充實並不具有特別的重要性。

最近 Reed and Singletary[18]證明玉米子粒充實如受阻礙，其可溶性糖濃度與正常子粒並無差異，數種植物荷爾蒙亦無明顯的作用，但穗軸可溶性糖濃度則低於對照處理，因此建議供源能力無虞，而子粒充實受限於控制碳水化合物自穗軸轉移至子粒的機制；本試驗亦獲致相同結論，並認爲除蔗糖外，子粒充實初期之醣類組成不足以說明充實能力或速率的差異，有必要對子粒基部 pedicel 部位的醣類組成及代謝酵素活性做進一步的研究。Hanft *et al.*[9]即曾報告上位子粒或充實受阻子粒 pedicel 部位的可溶性糖濃度與 acid invertase 活性均較低，影響子粒充實，但其試驗僅進行至授粉後35日爲止；本研究室亦曾以臺農育365號及351號玉米爲材料試驗，分析 pedicel 部位碳水化合物組成及 invertase 與 sucrose synthase 活性在子粒充實全期的變化，發現基因型間與部位間的差異在子粒充實前期與充實後期有不同表現，提供更詳細的資訊，將另撰文提出報告。

參考文獻

1. 林淑雰、劉　清、劉大江。1990。影響碳水化合物自玉米穗軸轉移至子粒因素之研究1. 果穗上位與下位子粒之充實特性。中華農業研究39：29—37

2. 林淑雰、劉大江。1990。影響碳水化合物自玉米穗軸轉移至子粒因素之研究2. 子粒充實期間莖稈與穗軸醣類濃度的變化。中華農業研究39：38—46

3. Chourey, P. S. and O. E. Nelson. 1976. The enzymatic deficiency conditioned by the shrunken-1 mutation in maize. Biochem. Genet. 14：1041—1055.

4. Doehlert, D. C., and F. C. Felker. 1987. Characteriztion and distribution of invertase activity in developing maize (*Zea mays*) kernels. Physiol. Plant. 70：51—57.

5. Duffus, C. M., and M. P. Cochrane. 1982. Carbohydrate metabolism during cereal grain development. In：Tte Physiology and Biochimistry of Seed Development, Dormancy and Germination. Elsvier Press, Amsterdam. pp. 43—66.

6. Felker, F. C., and J. C. Shannon. 1980. Movement of 14 C-labeled assimilates into kernels of *Zea mays.* L. III. Anatomical examination and microautoradiographic study of assimilate transfer. Plant Physiol. 65 : 864—870.

7. Criffith, S. M., R. J. Jones, and M. L. Brenner. 1987. *In vitro* sugar transport in *Zea mays* L. kernels. I. Characteristics of sugar absorption and metabolism by developing maize endosperm. Plant Physiol. 84 : 467—471.

8. Hanft, J. M., and R. J. Jones. 1986. Kernel abortion in Maize. 1. Carbohydrate concentration patterns and acid invertase activity of maize kernels induced to abort *in vitro.* Plant Physiol. 81 : 503—510.

9. Hanft, J. M. R. J. Jones, and A. B. Stumme. 1986. Dry matter accumulation and carbohydrate concentration patterns of field-grown and *in vitro* cultured maize kernels from the tip and middle ear positions. Crop Sci. 26 : 568—572.

10. Hannah, L. C., and O. E. Nelson. 1975. Characterization of adenosine diphosphate glucose pyrophosphorylases from developing maize seeds. Plant Physiol. 55 : 297—302.

11. Liu, D. J. 1987. Physiological and cultural studies of field corn grown on paddy field in Taiwan. In : Proceedings of Sino-Japan Symposium on Production Technology of Dryland Food Crops in Paddy Field (S. C. Hsieh and D. J. Liu, eds) . Taichung Dist. Agric. Improv. Sta., Changhua.

12. Ou-Lee, T. M., and T. L. Setter. 1985. Enzyme activities of starch and sucrose pathways and growth of apical and basal maize kernels. Plant Physiol. 79 : 845—851.

13. Ou-Lee, T. M., and T. L. Setter. 1985. Effect of increased temperature in apical regions of maize ears on starch-synthesis enzymes and accumulation of sugars and starch. Plant Physiol. 79 : 852—855.

14. Ozbun, J. L., S. Hawker, E. Greenberg, C. Lammel, J. Preiss, and E. Y. C. Lee. 1973. Starch synthetase, phosphorylase, ADP-glucose pyrophosphorylase, and UDP-glucose pyrophosphorylase in developing maize kernels. Plant Physiol. 51 : 1—5.

15. Porter, G. A., D. P. Knievel, and J. C. Shannon. 1986. Carbohydrate transfer into maize kernels. In : Regulation of Carbon and Nitrogen Reduction and Utilization in Maize (J. C. Shannon, D. P. Knievel and C. D. Boyer, eds.) Amer. Soc. Plant Physiologists., Rockville, MD.

16. Porter, G. A., D. P. Knievel, and J. C. Shannon. 1987. Assimilate unloading from maize (*Zea mays* L.) pedicel. I. Evidence for regulation of unloading by cell turgor. Plant Physiol. 83 : 131—136.

17. Preiss, J. 1982. Regulation of the biosynthesis and degradation of starch. Annu. Plant Physiol. 33 : 431—454.

18. Reed, A. J., and G. W. Singletary. 1989. Roles of carbohydrate supply and phytohormones in maize kernel abortion. Plant Physiol. 91 : 986—992.

19. Rufty, T. W., P. S. Kerr, and S. C. Huber. 1983. Characterization of diurnal changes in activities of enzymes involved in sucrose biosynthesis. Plant Physiol. 73 : 428—433.

20. Setter, T. L. and V. H. Meller. 1984. Reserve carbohydrate in maize stem- [14C] glucose and [14C] sucrose uptake characteristics. Plant Physiol. 75 : 617—622.

21. Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissues. Wis. Agric. Exp. Sta. Rip. No. 41.

22. Tollenaar, M., and T. B. Daynard. 1978. Dry weight, soluble sugar content. and starch content of maize kernels during the early postsilking period. Can. J. Plant Sci. 58 : 199—206.

23. Tsai, C. Y., F. Salamini, and O. E. Nelson. 1970. Enzymes of carbohydrate metabolism in the developing endosperm of maize. Plant Physiol. 46 : 299—306.

Factors Affecting the Translocation of Carbohydrates from Cob to Kernels in Corn. 3. Carbohydrate Concentrations and Enzyme Activities of Apical and Basal Kernels during Kernel-Filling[1]

S. F. Lin and D. J. Liu[2]

Summary

Corn hybrids Tainung 351 (TNG 351) and Tainung Yu 365 (TNGY 365) were used as experimental material. The two hybrids have the same maternal inbred but different paternal inbreds. The latter hybrid was superior to the former in kernel-filling characters. Field experiments were conducted in the fall crop season of 1986 and 1987 to study carbohydrate composition and activities of related enzymes for kernels positioned at the apical and basal portions of the ear. Similar analyses had also been made on the pith tissue of the cob. Kernel glucose concentrations decreased sharply since 7 days after siking (DAS) while concentrations of sucrose and total soluble sugars peaked at 13—20 DAS. With the only exception of sucrose, changes in carbohydrate composition during early kernel-filling was not able to explain the differences in filling characters of apical kernels between the two genotypes. Activities of sucrose synthase and ADPG-PPase of apical kernels were generally higher for TNGY 365 than for TNG 351, with the latter enzyme to be the most significant. In addition, enzymatic activities of the basal kernels were higher than those of the apical kernels. However, their impact on kernel filling was considered insignificant as the measured activities were adequate to account for the dry matter accumulation rate in either apical and basal kermels. Starch concentrations of apical and basal pith tissue at 3 DAS were as high as 46.7 and 29.4%, respectively. Corresponding values of TNC concentrations were 89.9 and 77.6%. Although the concentrations decreased thereafter, they were higher for apical pith and TNC concentration at maturity was over 20%, indicating ample carbohydrate supply up to the cob tissue. The unloading of carbohydrate from cob to kernels was suggested as more influential on kernel-filling. Activities of sucrose synthase, ADPG-PPase and invertase were suggested to be important in contributing the high pith starch conentration early after silking. However, their low activities throughout the filling period showed no significant functional role in carbohydrate translocation and kernel-filling.

Key words : Corn (*Zea mays* L.), Kernel filling, Carbohydrate metabolism, Enzyme activity.

---

1. Contribution No. 1652 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by National Science Council, Executive Yuan, ROC (Porject Nos. NSC76—0409—B055—05 and NSC77—0409—B055—04) . The Corn Breeding Laboratory of TARI is acknowledged for supplying seeds of Tainung Yu 365 hybrid.
2. Respectively, Assistant and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

30 中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(1)：30～36（1993）

甘藷種原試管中保存技術之研究

I.碳素源對培殖體生長之影響[1]

羅 淑 芳[2]　廖 嘉 信[2]

摘要：甘藷無病毒苗之莖段培養於含 MS 基本無機鹽類，0.4 mg/l thiamine-HCl，100mg/l myo-inositol，1 mg/l IAA，6% sucrose 及0.8% Difco agar 之改良式MS固體培養基，可使培殖體生長旺盛，且移植後生長勢強，對加速種原繁殖極具功效。為延長種原保存的期限，於上述改良式 MS 培養基中，以3% glucose 取代6% sucrose，則可抑制培殖體生長，延長繼代培養（subculture）週期達6個月，其培殖體若再移植培養於3% sucrose之改良式MS培養基中，即可迅速恢復其生長勢。

關鍵詞：甘藷、無病毒苗、培殖體、繼代培養。

植物種原保存為近十數年來作物研究學者所注意，保存種原的方法，除傳統的種子及無性繁殖作物繁殖器官的低溫保存外，植物組織培養保存法，亦廣受重視，且已發展出冷凍保存法[4,15]、試管內維持緩慢生長（minimal-growth maintenance in vitro）[11,13,24]及 DNA 或 cDNA[22]貯存等方法，其中以試管內維持緩慢生長法，較被廣泛應用[5,6]。有些學者指出培養基內加入 ABA（abscisic acid）、CCC（chloromequat）、mannitol、sorbitol 及高濃度蔗糖等物質，可抑制試管內甘藷苗的生長[8,12]，據 Jarret & Gawel（1991）報導培養基中添加10 mg/1 ABA 則甘藷莖段的腋芽生長，受抑制達一年之久，可達到種原短中期保存之目的[14]。Eapen & George 在不同碳源對於芸香科體胚的發育與再生的研究結果顯示，3% glucose 及 sucrose 之植株再生率最高，lactose、galactose 及 arabinose 則使植株再生率完全被抑制[9]。

本試驗的主要目的為尋求最適當的甘藷種原試管中培養的條件，以求短期間內，由試管苗移植至溫室後，其生長勢最為旺盛，藉此加速健康苗的繁殖，同時研究甘藷種原長期保存於試管內之技術，以減低培殖體因頻繁的繼代培養所引起的突變，並可避免田間種原保存時，因天然災害及人為疏忽所引起的種原遺失，且可節省人力、物力的支出。

材料與方法

本試驗所選用的材料，為甘藷臺農57號（TNG 57）及臺農66號（TNG 66）無病毒苗，培養基配方為 Murashige and Skoog（1962）基本無機鹽類（MS）[19]添加0.4 mg/l thiamine-HCl，100 mg/lmyo-inositol，1 mg/l IAA，3% sucrose 及0.8% Difco agar 之改良式 MS 培養基，培殖體置於25±1°C恒溫，光照1,500 lux，光期16小時之環境下培養，經30天取下長約1.5 cm（2個莖節）之莖段，進行下述各項試驗：

1.臺灣省試驗所　研究報告第 1657 號。本研究承行政院農業委員會經費補助（80農建—7.1—糧—121（22）），文稿承本所農藝系劉大江博士及蔡新聲博士斧正，謹致謝意。
2.本所嘉義農業試驗分所助理及副研究員。臺灣省　嘉義市。

一、不同碳素源對培殖體生長之影響；本試驗採用改良式 MS 培養基，以 lactose, maltose, D(−) fructose, D(+)mannose, D(+)galactose,α-D(+)glucose,α(+)arabinose 及sucrose 等八種醣類爲主要碳素源，使用濃度均爲3%，每處理20重複。

二、蔗糖濃度對培殖體生長的影響：採用改良式 MS 培養基，配合0，3，6，9，12及15%等六種不同蔗糖濃度，每處理40重複。

三、葡萄糖濃度對培殖體生長的影響：採用改良式 MS 培養基，並以葡萄糖取代試驗二所列不同濃度之蔗糖，每處理40重複。

各試驗培養1～6個月，分別定期調查鮮重、株高、莖徑、葉片數、乾重、試管內成活率、移植後成活率等項目，以鄧肯氏多變域測驗法（Duncan's multiple range test）進行處理平均値間之差異顯著性測驗。

結　果

一、不同碳素源對培殖體生長之影響：

表1之結果顯示，在芽體培養兩個月後，以 lactose、mannose 及 glucose 爲碳源之培殖體，較以 sucrose 爲碳源之培殖體有顯著抑制生長的作用，其中 lactose 對於不同品種間芽體生長力的影響較不一致，甚至使臺農66號的生長完全停滯，而 mannose 及 glucose 能有效地抑制品種間芽體的生長，且仍保有生命，而 maltose 及 fructose 對培殖體生長抑制效果較小，若以galactose 及 arabinose 爲碳素源，對甘藷臺農57號及臺農66號皆造成芽體生長停滯，且有褐化死亡之現象。

表1. 不同碳源對甘藷莖生長及發育之影響

Table 1. Effect of sugar source on the growth and development of sweet potato shoot segments cultured for two months on modified MS medium.

Sugar[1]	Fresh wt. (mg/shoot)		Plant height (cm)		Number of expanded leaves		Dry weight (mg/shoot)	
	TNG 57[2]	TNG 66[2]	TNG 57	TNG 66	TNG 57	TNG 66	TNG 57	TNG 66
Lactose	101de[3]	84ef	2.2d	1.5d	2.6d	0.3e	8.2de	8.1e
Maltose	354c	637b	5.1c	10.7b	7.2c	6.6c	25.1c	45.6b
Fructose	596b	527c	7.3b	9.1c	12.1b	7.6b	42.0b	43.1b
Mannose	84de	201d	1.9d	2.4d	2.6d	2.2d	10.0d	24.0c
Galactose	0e[4]	0f	0.0d	0.0d	0.0e	0.0e	0.0e	0.0f
Glucose	202d	158de	2.6d	2.2d	4.5d	2.1d	16.9cd	16.5d
Arabinose	0e[4]	0f	0.0d	0.0d	0.0e	0.0e	0.0e	0.0f
Sucrose	877a	1,024a	9.4a	13.8a	14.8a	8.8a	67.7a	77.5a

1 Concentration of all sugars was 3%.
2 TNG 57 : Tainung 57 ; TNG 66 : Tainung 66.
3 Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test. Each data represents the mean of 20 replications.
4 Explants did not survive under the experimental conditions.

二、不同濃度之蔗糖對培殖體生長之影響：

表2顯示，培養基分別添加3～9% sucrose 使培殖體的成活率達100%，而含0及15% sucrose 者，則不利於培殖體生長，含12% sucrose 者，因品種不同，對培殖體鮮重、莖徑與成活率有相異的表現；6% sucrose 對培殖體的鮮重及莖伸長速度有顯著增加的效果，有利於健康種苗大量繁殖，而9% sucrose 雖可促進莖徑加粗，但老化葉片隨之增加，致使展開綠葉減少。

表2. 不同濃度之蔗糖對甘藷莖生長及成活率之影響

Table 2. Effect of sucrose concentration on the growth, development and in vitro survival rate of sweet potato shoot segments cultured for one month on modified MS medium.

Sucrose conc. (%)	Fresh wt. (mg/shoot)		Stem diameter (mm)		Plant height (cm)		Number of expanded leaves		In Vitro survival rate (%)	
	TNG 57[1]	TNG 66[1]	TNG 57	TNG 66	TNG 57	TNG 66	TNG 57	TNG 66	TNG 57	TNG 66
0	13e[2]	97e	0.1e	0.7c	1.6c	1.7d	0.1e	0.3d	12.5	56.7
3	538c	766c	1.4c	1.8b	6.6b	5.4b	6.1b	4.1a	100.0	100.0
6	1,110a	1,177ab	1.6b	2.3a	9.2a	6.6a	7.0a	3.4b	100.0	100.0
9	956b	1,309a	1.8a	2.6a	6.3b	5.4b	5.0c	2.5c	100.0	100.0
12	252d	1,148b	0.8d	2.4a	2.1c	3.8c	1.1d	2.4c	50.0	100.0
15	38e	255d	0.2e	1.0c	1.6c	1.8d	0.1e	0.6d	22.5	56.7

1 TNG 57 : Tainung 57 ; TNG 66 : Tainung 66.
2 Meas with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test. Each data represents the mean of 40 replications.

三、不同濃度之蔗糖對培殖體移植後生長之影響：

由表3，4可知，培養基中添加3～15% sucrose 之培殖體，移植後之結果顯示，兩個受測品種之移植成活率皆達90%以上，而培養基中不含 sucrose 者呈現低成活率，含6%sucrose 者，對植株鮮重、株高、展開葉片數及乾重均呈顯著增加，其次是含3%及9% sucrose者，兩者之間對於促進植株生長的效果差異不大，且顯示移植後莖的厚度，並未隨著蔗糖濃度的增加而增加，若培養基 sucrose 濃度超過12%以上時，則有抑制植株生長之負面效果。

表3. 不同濃度之蔗糖對臺農57號移植後莖生長及成活率之影響

Table 3. Agronomic characters measured at 45 days after transplanting of pot-cultured Tainung 57 sweet potato plants originated from shoot segments cultured for one month on modified MS medium with different sucrose concentrations.

Sucrose conc. (%)	Fresh weight (g/plant)	Stem diameter (mm)	Plant height (cm)	No. of expanded leaved	Number of branches	Dry weight (mg/plant)	Survival rate after trans-planting(%)
0	0.03d[1]	0.1d	1.6d	0.1e	0.1d	2.7d	20.0
3	2.64b	2.4a	12.6b	5.1b	1.1b	506.5b	100.0
6	3.60a	2.4a	15.5a	7.6a	1.7a	659.2a	100.0
9	2.99b	2.4a	14.6a	5.5b	1.3b	483.0b	100.0
12	1.27c	1.2b	6.4c	2.2c	0.5c	219.5c	100.0
15	0.34d	0.5c	2.5d	1.0d	0.2d	43.8d	100.0

1 Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test. Each data represents the mean of 40 replications.

表4. 不同濃度之蔗糖對臺農66號移植後莖生長及成活率之影響

Table 4. Agronomic characters measured at 45 days after transplanting of pot-cultured Tainung 66 sweet potato plants originated from shoot segments cultured for one month on modified MS medium with different sucrose concentrations.

Sucrose conc. (%)	Fresh weight (g/plant)	Stem diameter (mm)	Plant height (cm)	No. of expanded leaved	Number of branches	Dry weight (mg/plant)	Survival rate after trans-planting(%)
0	0.15e[1]	0.3c	2.4e	0.7d	0.2c	13.0d	41.2
3	3.19c	2.6a	11.9b	3.8b	1.1a	473.7b	100.0
6	4.10a	2.6a	14.8a	4.5a	1.1a	584.7a	100.0
9	3.96ab	2.7a	12.6b	4.3ab	1.1a	544.7ab	100.0
12	3.47bc	2.6a	9.6c	3.8b	1.0a	489.3b	100.0
15	1.14d	1.3b	3.6d	1.6c	0.6b	166.3c	94.1

1 Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test. Each data represents the mean of 40 replications.

四、不同濃度之葡萄糖對培殖體生長的影響：

由表5知，培養基中含3～6% glucose 者其成活率可達100%，而含0%及9%glucose 者其成活率低於40%，含12%及15% glucose 不利於培殖體生長，甚至有褐化死亡的現象；培養基中含3% glucose 比含6% glucose，使培殖體生長更緩慢且根發生率達100%。有一特殊現象即培養基所含 glucose 濃度漸增加，其莖基部會形成較多的 callus，故含6%glucose 者，其培殖體的總鮮重呈顯著增加，且以臺農66號培養於6% glucose 較3% glucose者鮮重增加約一倍。

表5. 不同濃度之葡萄糖對控制甘藷莖生長之影響

Table 5. The inhibition effect of glucose concentration on the growth of sweet potato shoot segments cultured for one month on modified MS medium.

Glucose conc. (%)	Fresh wt. (mg/shoot)		Plant height (cm)		Number of expanded leaves		Rooting rate (%)		In Vitro survival rate (%)	
	TNG 57[1]	TNG 66[1]	TNG 57	TNG 66	TNG 57	TNG 66	TNG 57	TNG 66	TNG 57	TNG 66
0	24cd[2]	48d	1.6b	1.6bc	0.2c	0.3b	15.0c	32.5b	11.3	35.0
3	224b	368b	1.9a	2.1a	2.5a	1.9a	100.0a	100.0a	100.0	100.0
6	291a	620a	1.9a	2.2a	1.9b	1.9a	82.5b	97.5a	100.0	100.0
9	57c	200c	1.5b	1.7b	0.0c	0.5b	20.0c	35.0b	13.8	37.5
12	0d[3]	0d[3]	0.0b	0.0c	0.0c	0.0c	0.0d	0.0c	0.0	0.0
15	0d[3]	0d[3]	0.0b	0.0c	0.0c	0.0c	0.0d	0.0c	0.0	0.0

1 TNG 57 : Tainung 57 ; TNG 66 : Tainung 66.
2 Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test. Each data represents the mean of 40 replications.
3 Explants did not survive under the experimental conditions.

表6，7顯示，經培養6個月後，含0% glucose 者其成活率顯著下降，臺農57號成活率由11.3%降至7.5%，臺農66號成活率由35%降至0%，且有褐化死亡的現象，含3～6% glucose 者其培殖體成活率仍達100%，而含3% glucose 者使植株生長緩慢，且展開葉片數較含6% glucose 有顯著的增加，將培養於含3% glucose 培養基達6個月之久的培殖體，再移植至含3% sucrose 之原改良式培養基，可恢復其原有的生長活力。

表6. 不同濃度之葡萄糖對臺農57號連續培養六個月之影響

Table 6. Influence of glucose concentration on the growth of Tainung 57 shoot segments cultured continuously for six months on modified MS medium.

Glucose conc. (%)	Fresh weight (g/plant)	Stem diameter (mm)	Plant height (cm)	No. of expanded leaved	Rooting rate (%)	Dry weight (mg/plant)	In Vitro survival rate (%)
0	0.01d[1]	0.1d	1.6c	0.2c	5.0c	0.8d	7.5
3	1.12b	1.9b	8.6b	9.2a	100.0a	115.8b	100.0
6	1.92a	2.4a	9.7a	4.3b	100.0a	208.0a	100.0
9	0.55c	0.6c	2.0c	0.9c	40.0b	67.0c	40.0
12	0.00d[2]	0.0d	0.0c	0.0c	0.0c	0.0d	0.0
15	0.00d[2]	0.0d	0.0c	0.0c	0.0c	0.0d	0.0

1 Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test. Each data represents the mean of 40 replications.
2 Explants did not survive under the experiimental conditions.

表7. 不同濃度之葡萄糖對臺農66號連續培養六個月之影響

Table 7. Influence of glucose concentration on the growth of Tainung 66 shoot segments cultured continuously for six months on modified MS medium.

Glucose conc. (%)	Fresh weight (g/plant)	Stem diameter (mm)	Plant height (cm)	No. of expanded leaved	Rooting rate (%)	Dry weight (mg/plant)	In Vitro survival rate (%)
0	0.00d[1]	0.0d[2]	0.0c	0.0c	0.0c	0.0c	0.0
3	1.19b	1.8b	10.4a	2.4a	100.0a	102.8b	100.0
6	1.59a	2.2a	9.5a	0.9b	100.0a	261.0a	100.0
9	0.51c	1.0c	2.8b	0.2c	45.0b	108.3b	45.0
12	0.00d[2]	0.0d	0.0c	0.0c	0.0c	0.0c	0.0
15	0.00d[2]	0.0d	0.0c	0.0c	0.0c	0.0c	0.0

1 Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test. Each data represents the mean of 40 replications.
2 Explants did not survive under the experiimental conditions.

討　論

利用廖、鐘[1]所報導甘藷無病毒苗之培育及病毒檢定方法，可大量獲得無病毒苗，然無病毒苗之保存及大量繁殖種苗，常須投入大量人力、物力，爲了達到短中期保存的目的，Murashige *et al.* 提出難以用種子貯藏法保存之作物如甘藷、馬鈴薯，採用莖頂培養保存法和莖項液態氮（−196°C）保存法有助於避免遺傳基因的遺失[11,16,18,20]。然經冰凍過的莖項，再生爲植株的比率仍偏低，尙不十分實用，故本試驗嘗試採用抑制試管苗生長之組織培養保存法，結果顯示在25°C培養條件下，以 sucrose 爲主要碳源，使培殖體生長活力旺盛（表1）；而 Ko 等人報導，利用香蕉莖頂培養於17°C低溫下培養16個月，調查顯示 sucrose 的保存效果僅次於ribose[15]，結果與表1不同，可能因培養溫度的不同所造成，表1同時顯示 galactose 及arabinose 則完全抑制培殖體生長甚至死亡，Eapen & George 亦報告 galactose 及 arabinose 可完全抑制芸香科體胚發育及植株再生，可能原因爲培殖組織無法適當吸收、轉運及利用 galactose及 arabinose 所造成[9]，本試驗結果發現3% glucose 及 mannose 均可有效地抑制培殖體生長，但 mannose 商品價格昂貴，不符合經濟成本；至於 ribose 及低溫處理的效果，值得進一步探討。

蔗糖主要的功用是提供生長所需的碳源及調節滲透壓，隨著蔗糖濃度的增加可使植株生長旺盛，以6%蔗糖爲主要碳源的效果最好，蔗糖（sucrose）濃度太低或太高均造成培殖體生長勢減弱，莖伸長受阻及乾物率降低，同時隨著蔗糖濃度增加，培殖體展開葉卻逐漸減少（表2，3，4）。蔡等[2,3]亦曾指出6%蔗糖濃度最適於甘藷花藥 callus 的誘導，過高濃度的蔗糖對胚後期的生長發育有相反的效果；Michel[17]及 Purves[23]發現增加蔗糖濃度，可使 IAA 作用降低造成莖伸長受阻；蔡、林[2]指出不含蔗糖的培養基，甘藷花藥的 callus 無法形成，隨著蔗糖濃度的提高可增加callus 的鮮重；有關葡萄糖抑制培殖體生長的效果，國內外均少有研究；本研究顯示以3～6%glucose 爲碳源，其培殖體的成活率可達100%，且對抑制培殖體生長高度，二受測品種間均顯示相同趨勢，又含3% glucose 者根形成率可達100%（表5），另一特殊現象即 glucose 濃度愈高，培殖體基部所形成的 callus 亦愈多，或許可利用 glucose 誘導 callus 的產生，以替代2，4-D 或 NAA，值得探討；高濃度12～15% glucose 使培殖體褐化且死亡，不利於培殖體生長；以3～6% glucose 較適宜培殖體緩慢生長的條件，經連續培養6個月不行繼代培養條件下，培養在6% glucose 培殖體之黃化葉明顯增加，其原因有待探討，若以3% glucose 作爲抑制培殖體生長的主要碳源，可延長繼代培養週期達6個月之久（表6，7），若再配合低溫之培養環境，是否能再延長保存的期間，則需更進一步探討證實。

參考文獻

1. 廖嘉信、鐘美麗。1979。甘藷無病毒苗之培育及病毒檢定。中華農業研究 28：139—144。
2. 蔡新聲、林正義。1973。培養基成份，蔗糖濃度、PH 值、溫度及光線對甘藷花藥 callus 生長的影響。中華農學會報新 82：30—41。
3. 蔡新聲、賴本智、陳良築。1982。甘藷花藥、莖段及塊根癒傷組織及器官形成。中華農業研究 31：191—198。
4. Bajaj, Y.P.S. 1981. Regeneration of plants from potato meristems, freeze-preserved for 24 months. Euphytica 30：141—145.
5. Banerjoe, N. P. & E. de. Langhe. 1985. A tissue culture techique for rapid clonal propagation and storage under minimal growth condition of *Musa*(Banana and Plantain). Plant Cell Rep. 4：351—354.
6. Barlass, M. & K. G. M. Skene. 1983. Long-term storage of grape in vitro. Plant Genet. Res. Newsl. 53：19—21.
7. Chen, C. C. 1978. Effects of sucrose concentration on plant production in anther culture of rice. Crop. Sci. 18：905—906.
8. Cram, W. J. 1984. Mannitol transport and suitability as an osmoticum in root cells. Physiol. Plant. 61：396—404.
9. Eapen,S. & L. George. 1990. Influence of phytohormones, carbohydrates, aminoacids, growth supplements and antibiotics on somatic embryogenesis and plant differentiation in finger millet. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 22：87—93.
10. Greemwood, M. S. & G. P. Berlyn. 1973. Sucrose-indole-3-acetic acid interactions on root regeneration by *Pinus Lambertiana* embryo cuttings. Amer. J. Bot. 60 (1) ：42—47.
11. Henshaw, G. G. 1975. Technical aspects of tissue culture storage for genetic conservation. In "Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow" (O. H. Frankel and J. G. Hawkes, Eds.) , pp. 349—357. Cambridge University Press, Cambridge.
12. International Institute of Tropical Agriculture, 1981. IITA Amual report. 1980. P. 80. Ibadan, Nigeria.
13. International Potato Center. 1986. Maintenance and utilization of unexploited genetic resources, (IP Annual Report 1985 (pp.31—35) . International Potato Center, Lima, Peru.
14. Jarret, R. L. & N. Gawel. 1991. Abscisic acid-induced growth inhibition of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) in vitro. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 24：13—18.
15. Ko, W. H., S. C. Hwang & F. M. Ku 1991. A new technique for storage of meristem-tip cultures of ′Cavendish′banana. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 25：179—183.
16. Lyon, M. F. 1975. Implication of freezing for the preservation of genetic stocks. In : Basic Aspects of Freeze Preservation of Mouse Strains. (Ed. O. Muhlbock) pp.57—65. Gustuv-Fischer Verlag, Stuttgart.
17. Michel, B. E.1968. Different species, sucrose, and light in plant section elongation tests. Amer. J. Bot. 55：1126—1131.
18. Morel, G. 1975. Meristem culture techniques for the long-term storage of cultivated plants. In Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow, (O. H. Frankel and J. G. Hawkes, Eds.) pp. 327—332. Cambridge University Press, London.
19. Murashige, T. & F. Skoog.1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15：473—479.
20. Murashige, T. 1974. Plant propagation through tissue culture. Ann. Rev. Plant, Physiol. 25：135—166.
21. Nanda, K. K., M. K. Jain & S. Malhotra. 1971. Effect of glucose and auxins in rooting etiolated stem segments of *Populus nigra*.Physiol. Plant. 24：387—391.
22. Peacock, W. J. 1986. The impact of molecular biology on genetic resources In : Holden JHW & Williams JT (Eds) Crop Genetic Resources : Conservation and Evaluation (pp 268—276). George Allen and Unwin, London.

23. Purves, W. K. 1959. Interaction of sugar and hormones in the control of growth of etiolated pea epicotyl sections. Ph. D. thesis, Yale University.
24. Rocd, W. M. 1979. Tissue culture methods for the international exchange and conservation of cassava germplasm. Cassava Newsl. 6 : 3—5.
25. Stoltz, P. & C. E. Hess. 1966. The effect of girdling upon root initiation carbohydrates and amino acids. Prpc. Amer. Soc. Hort Sci. 89 : 734—743.

Studies on the In Vitro Maintenance Techniques of Sweet Potato (Ipomoea batata L.) I. Influence of Carbon Source[1]

S. F. Lo and C. H. Liao[2]

Summary

Experiments were conducted to study the influence of sugar sources on the in vitro growth and maintenance of sweet potato cuttings for the purpose of efficient germplasm preservation. Stem segments of virus-free sweet potato plants were successfully cultured on a medium containing Murashige and Skoog (MS) inorganic salts supplemented with 0.4 mg /l thiamine-HCl, 100mg/l myo-inositol, 1mg/l IAA, 6% sucrose and 0.8% Difco agar. In addition to active growth of the explants in the test tube, the survival rate and growth vigor of the cuttings after transplanting to pots were also high as compared to other treatments. In oreder to prolong the time interval between subcultures of the in vitro preserved sweet potato stem segments, the addition of 3% glucose as the sole carbon source to the medium was effective to lower the growth rate of the explants. The interval between successive subcultures could be extended to as long as 6 months. The growth vigor could be resumed after transfer the explants to culture medium containing 3% sucrose.

Key words : Sweet potato, Virus-free plant, Explant, Subculture.

1. Contribution No. 1657 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by a grant from the Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC.
2. Research Assistant and Agronomist, Department of Agronomy, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, Chiayi, Taiwan 600, ROC.

不同時期的乾旱處理及除葉對梨樹碳水化合物含量及枝梢形成之影響[1]

施昭彰[2]　向為民[3]

摘要：梨低需冷性新品系'SH-085' 嫁接於鳥梨砧木上於遮雨的環境下種於栽培槽中，於由長日開始轉變爲短日後的三個不同時期進行兩種不同乾濕程度的水分管理，而後於78年10月19日、11月3日、11月16日及12月1日分別取樣及除葉後再以高土壤水分含量（－0.01 MPa～－0.05MPa）處理，觀察枝梢再生長及開花結果之情形並分析不同時期碳水化合物蓄積之情形。第二年短果枝數的形成與處理之間有特定的關係存在。後期的乾旱處理有利於澱粉在枝條及根部的累積，山梨糖醇在各處理及各植株部位皆有不同的量存在，但其含量與處理間無明顯的關係，葡萄糖與果糖主要存在於葉部，在枝條含量很少，僅在根部還有少量存在，在完全乾旱的處理甚至不存在，蔗糖普遍存在於葉片及根中，在十月底之前幾不存在於枝條中，可見葡萄糖及果糖乃是充當碳水化合物累積過程的中間代謝產物，碳水化合物的貯藏主要是以山梨糖醇、蔗糖及澱粉的形式存在。

關鍵詞：低需冷品系、除葉、水分管理、山梨糖醇、澱粉、葡萄糖、果糖、蔗糖。

溫帶果樹有一個季節分明的生長週期，從晚夏到第二年春天之間沒有明顯的生長，在這個不太活動的時期有兩個不同的階段，即：假性休眠（quiescence）與眞性休眠（rest），前者可受外在因素而後者受內在因素所左右[32,46]。在大部分溫帶果樹的種類裡，芽可區分爲營養側芽、營養頂芽及花芽等三種。往往在側芽呈休眠狀態時，頂芽還能很有活力的生長，頂芽不僅最後進入休眠而休眠程度最淺，營養側芽休眠程度最深而花芽居中；在暖冬的狀況下，頂芽休眠較淺，將會導致只有頂芽的營養生長，其結果更加抑制側芽的萌發而不利於開花結果[20]。短日和低溫促成離層的發生，導致溫帶果樹的落葉[33,44,56]，但在低緯度地區於溫暖的生長條件及較輕微的日長變化下，落葉往往較遲而不整齊，因此也導致抑制營養生長及影響生殖生長之週期變化，人爲的落葉[24]及修剪可以調節此種週期變化[27]及其他的生理反應，同時這些生理反應也隨著施用方法及時期而改變[24]。芽體內休眠的深淺即其低溫需求能經由氣候條件及人爲方法予以改變[38]，但人爲的操控只能局部抵消暖冬低溫不足讓低溫需求量低的品種在全年裡不斷生長及開花[35,37,48,55]。除了品種的選擇外，在一些地區的特殊環境下栽培技術和方法也可能對促使芽體萌發有效，使開花不整齊與延遲展葉的困難得以克服[16,21,45]。其他人們可資運用的因素如土壤及植物體的水分[19]與營養狀態等均會影響樹體的生長及芽的萌發[7,8,10,16,17,18,21,26,28,42,49]。一段足夠長而有利的土壤水分乾旱期對花芽分化是必須的[4,8,25,37,47]。而在果實品質上，合宜的水分短缺導致澱粉和蛋白質的水解，增加可溶性醣及胺基酸含量，有利於果蔬品質的

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1653 號。本研究承行政院國家科學委員會補助（計畫編號　NSC78-0409-B055-11），謹致謝意。洪瓊兒、陳美雲協助工作，謹此一併申謝。
2. 本所園藝系研究員。
3. 本所農化系助理研究員。

提高(4,13,14,25,29,30,32,43)。在這些問題上，土壤水分含量與樹體生長間的關係在本省特殊的氣候條件下值得探討，由於國內有關此項研究之文獻相當缺乏故此項試驗之設計乃針對國內梨樹生產上之問題參考國外文獻，嘗試在樹體的不同的生理階段經由不同的栽培方法來改善低需冷性梨的萌芽開花及結果情形。

材料與方法

以農試所新育出之雜交梨具低需冷性之新品系'SH-085'爲材料，嫁接於三年生鳥梨砧木上。將栽植於素燒盆內之同一水分處理之六株植株置於水泥製栽培槽內，於防雨之透明瓦斯浪板下及通風良好的網室內栽培供試。栽培槽內之土壤爲調配好之砂質壤土與樹皮堆肥（根源）並加緩效性肥料以補充初期生長所需之營養，如此可使同一處理的各植株接受相同的水分處理，由於土方大，有緩衝土壤水分含量變化的效果，爲減少土面蒸散的損失，上覆椰子殼碎屑並可避免雜草滋生，在此栽培槽內根可自由伸展，避免在盆壁上纏繞。於民國77年冬季枝條嫁接成活後至78年6月10日止先進行肥培管理培養樹勢，自78年6月10日起將全部供試植株分成8組供試，試驗分組及設計如表1所示。

表1. 不同土壤水分含量及除葉之處理

Table 1. Soil water content and defoliation in different treatment.

處理	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII (CK)
6／10→ 8／10	濕	乾	濕	濕	濕	濕	濕	濕
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
8／10→ 9／10	濕	濕	乾	濕	濕	濕	濕	濕
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
9／10→10／10	濕	濕	乾	乾	乾	乾	乾	乾
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
取樣日期	10／19	10／19	10／19	10／19	—	11／3	11／16	12／1
除葉日期	—	—	—	—	10／19	11／3	11／16	自然落葉 12／1
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	濕	濕	濕	濕	濕	濕	濕	濕
備註	(1)土壤水分含量： 濕：−0.01～−0.05MPa 乾：−0.3～−0.5MPa							

供分析碳水化合物含量的樣品分別於78年10月19日，11月3日，11月16日及於自然落葉12月1日時採收，由各處理依植株部位分別取3個樣品（樣品取自枝條中段的葉片、1年生枝條及1年生根的中段部位），取樣後的樣品立刻置於70°C的烘箱烘至恆重爲止，然後取出磨成細粉供試，不立即供試的樣品則保存於−18°C下至下一次分析前再取出烘乾至恆重。

可溶的碳水化合物（葡萄糖、果糖、蔗糖和山梨糖醇）及澱粉將依照 BOEHRINGER(6)所描述的酵素分析方法以分光光度計測定。可溶性糖的測定依照 ALLEN 等人(3)的方法以甲醇加水稀釋將樣品加入加熱後震盪，然後過濾殘渣供分析，其流程如下：1. 乾燥樣品至恆重。2. 稱重500毫克樣品於100毫升的三角燒瓶中。3. 加入20毫升80%的甲醇。4. 於60°C的水浴中震盪兩小時。5. 於50毫升的

長頸燒瓶中過濾。6. 濾紙和殘渣供澱粉分析用置於烘箱烘至恆重。7. 添加再蒸餾水塡滿50毫升的長頸燒瓶。8. 溶液供各糖類分析用。澱粉的測定也是依照 MacRAE[34]及BEUTLER[5]的酵素法定量，其流程如下：1. 稱重250～300毫克的樣品於100毫升的三角燒瓶中。2. 加入15毫升的再蒸餾水以潤濕樣品。3. 加入15毫升1N的氫氧化納。4. 於60°C的水浴中震盪一小時。5. 冷卻至室溫。6. 過濾於50毫升的長頸燒瓶中，以再蒸餾水洗滌。7. 以鹽酸滴至pH4.5。8. 以再蒸餾水添滿50毫升。9. 酵素分析所得值換算至原來的乾物含量。

各組處理之後續影響對短果枝及長梢形成之效應於翌年（即民國79年）5月31日調查。

結果的變方分析計算根據下列模式的一次或二次因子角度矯正值進行中間值比較，採Tukey-Test。對全部的試驗誤差機率$\alpha=0.05$，因此對所有的圖示臨界值差異以95%的可能性表示。統計值依照STEEL及TORRIE[53]和SACHS[41]進行而得。

$$Y_{ij}=\mu+\alpha_i+\gamma_j+e_{ij}$$

$$Y_{ijk}=\mu+\alpha_i+\beta_j+(\alpha\beta)_{ij}+\gamma_k+e_{ijk}$$

結果與討論

一、土壤水分處理後對梨葉內碳水化合物之影響（圖1及表2）

後期的乾旱有利於山梨糖醇在葉內的累積，而葡萄糖、果糖與蔗糖也有相當量的存在，但似乎不受不同時期之乾旱處理的影響。澱粉則以11月3日時的累積量最大而後逐漸消退，10月19日前則葉內澱粉含量似乎不受後期乾旱的影響而增加。11月中葉部的澱粉量較之前的其他月份含量要高，此與施氏[1]於蘋果葉部的分析結果類似，可能的因素爲11月時植株將進入休眠期而此時之日夜溫差大有利於碳水化合物之累積而往射髓部、木質部及根部等組織器官內轉運[22,23]，如果轉運的速率受阻便會有澱粉累積於葉部的現象出現。

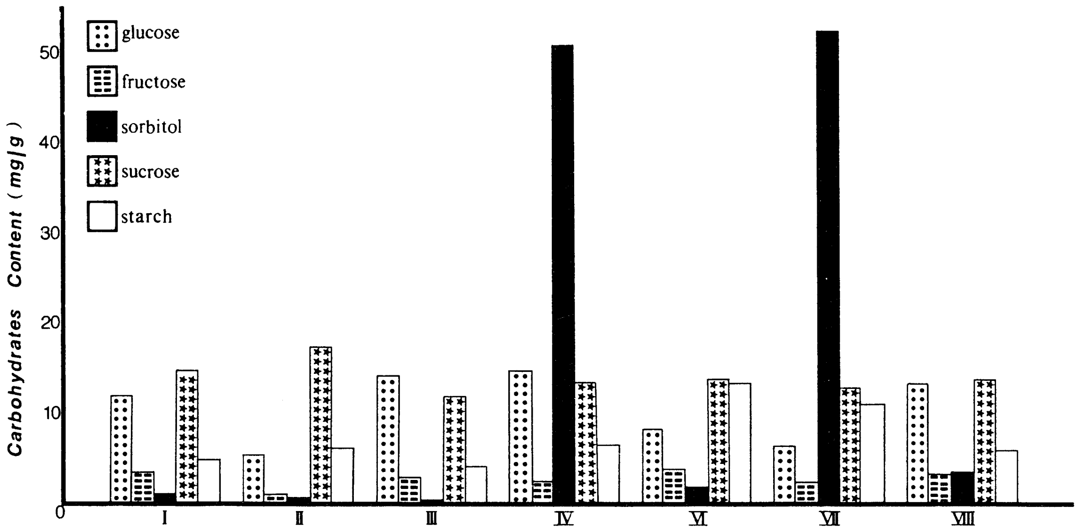

圖1. 不同土壤水分含量處理後於不同時期梨葉內碳水化合物之含量。（處理方法如表1.）

Fig. 1. The carbohydrates content in different periods under treatments of different soil water status in pear leaves. (Treatment as shown in Table 1.)

表2. 不同土壤水分含量處理後於不同時期梨樹糖及澱粉之含量

Table 2. The content (DW mg/g) of sugar and starch in leaf, shoot and root of pear at different period under the treatment of different soil water status.

Treatment[1]		I	II	III	IV	VI	VII	VIII
Sugar	leaf	31.0b	24.1b	29.3b	81.5a	26.7b	73.7a	33.3b[2]
	shoot	10.4b	3.0c	3.4c	12.3b	27.6a	8.4b	24.2a
	root	15.7cd	30.2ab	11.9d	33.5a	33.2a	23.4bc	15.5 cd
Starch	leaf	4.5b	6.6b	3.7b	6.3b	13.2a	11.1a	6.1b
	shoot	31.5c	11.4d	36.9bc	34.8c	55.7a	38.3bc	43.1b
	root	8.4g	13.0ef	28.6d	20.4e	53.0b	40.0c	64.6a

1) Treatment as shown in Table 1.
2) Significant difference at the 5% level according to Tukey-tset.

二、土壤水分處理對枝條內碳水化合物之影響(圖2及表2)

與葉部相較，除了處理Ⅳ及Ⅶ外，一般枝條之內有較多量的山梨糖醇存在，顯示山梨糖醇有可能在此充當貯藏物質，此種情形與在蘋果的情形相反[1]，至於葉部爲何在上述兩項處理中有相當多量的山梨糖醇存在，目前尙不清楚，有待進一步試驗分析。相對於葉部有相當多量的蔗糖存在，枝條內的蔗糖含量一直到10月19日時還相當稀少，11月3日後才逐漸增加，似乎枝條內之蔗糖含量並非直接由葉部轉運而來而是由其他碳水化合物在枝條內重新合成。LARSEN和ABUSREWIL[31]發現蘋果樹在自然落葉時有相當大的蔗糖含量變化，此一結果與本試在梨枝條所得的結果類似，可能的原因是環

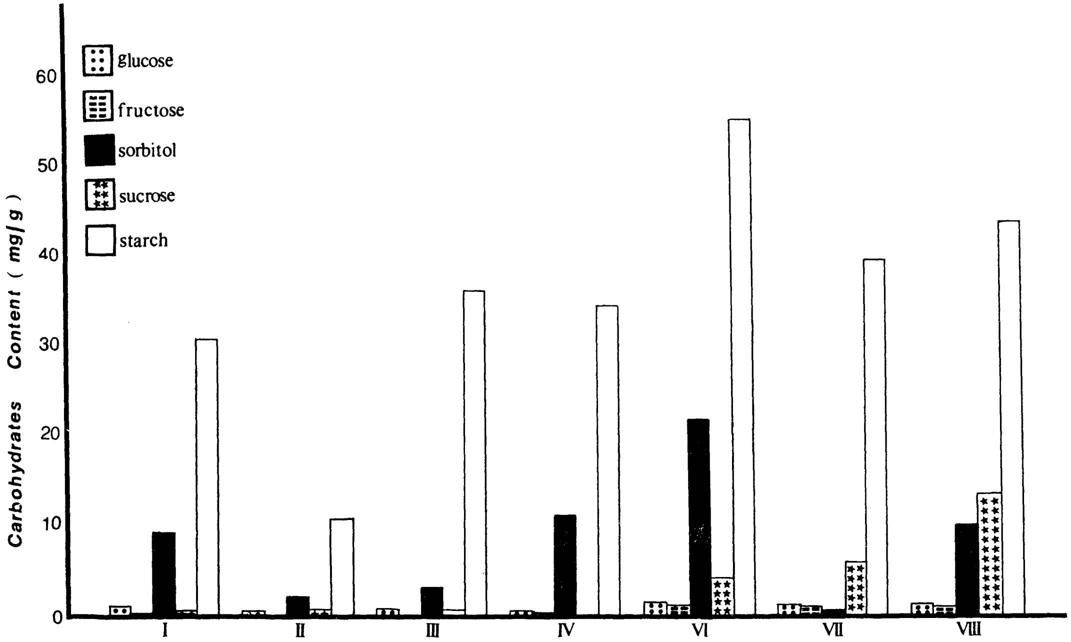

圖2. 不同土壤水分含量處理後於不同時期枝條內碳水化合物之含量。(處理方法如表1.)

Fig. 2. The carbohydrates content in different periods under treatments of different soil water status in pear shoots. (Treatment as shown in Table 1.)

境因子如溫度降低造成碳水化合物轉化主要由澱粉及山梨糖醇含量所決定；TAPER和LIU[54]亦曾報導在溫度降低過程逐漸增加的蔗糖含量主要由葡萄糖而來。在所有處理樹的枝條，葡萄糖和果糖的含量皆很稀少。SANDKE[46]利用C^{14}標識以確定葡萄糖和果糖的含量，結果發現兩者的放射活性皆很低，顯示其只是山梨糖醇及蔗糖轉化過程的中間代謝產物，此亦即蔗糖是從糖醇經由葡萄糖、果糖的轉化而來，由於糖醇類較單醣還原性更高，理論上它們可以充當暫時的貯存物質[11,12]，蔗糖比糖醇類還原高性更高，因此可能比山梨糖醇更適合當貯存物質。在不同的處理下，枝條有遠比葉中含量更多的澱粉，顯示枝條充當碳水化合物貯藏部位的角色，乾旱處理似乎對於澱粉在枝條內累積的效果不如在根內的明顯，也似乎不如自然溫度的變化之影響來得大，可能的原因是澱粉首先在根部累積而後才及於枝條，此可由後期的乾旱處理使根部有較多的澱粉含量存在而得到證明。

三、土壤水分處理對根部內碳水化合物之影響（圖3及表2）

植株以高土壤水分含量持續處理，根部會有較低之山梨糖醇含量，可能與地上部旺盛之生長有關。在持續乾旱的情況下，根部幾乎無葡萄糖、果糖和蔗糖存在，枝條內情形也是一樣，而爲何乾旱有此一影響，目前尚不清楚。在後期有乾旱的處理中，山梨糖醇和澱粉在根內的含量都很高，尤其當秋天溫度下降後，澱粉的累積更是明顯，此結果與SIMINOVITCH等人[52]、PRIESTLEY[39,40]、DIETZ和HELD[15]、SCHIMPF和STOESSER[51]、SCHAEFER和SCHWARZ[49]及施[1]所得結果相似。ABUSREWIL等人[2]發現在蘋果樹的根部澱粉含量於10月5日後幾乎與挖掘時（11月15日）一樣高，本試驗最高的澱粉蓄積量發生在11月初及12月初。

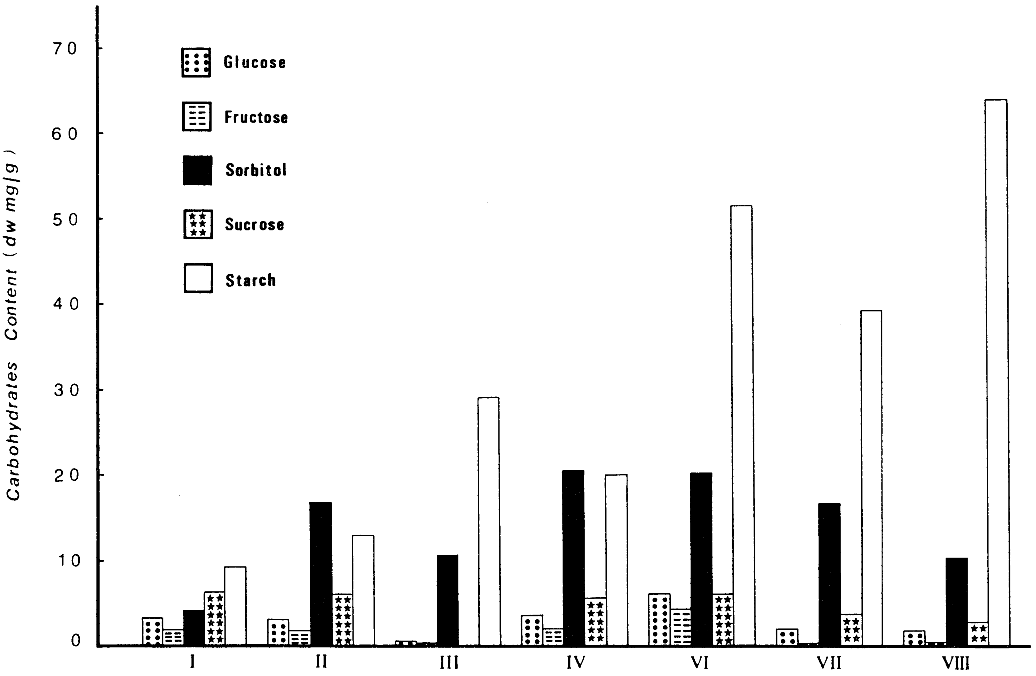

圖3. 不同土壤水分含量處理後於不同時期根部碳水化合物之含量。（處理方法如表1.）

Fig. 3. The carbohydrates content in different periods under treatments of different soil water status in pear shoots. (Treatment as shown in Table 1.)

四、土壤水分與除葉處理對下一生長季枝條形成之影響（圖4）

不同的處理中以前期的乾旱處理（II）及後期的乾旱處理於10月19日除葉後再處理以高土壤水分含量的植株（V），於下一生長季所形成的短枝數較多，其中尤以後期的乾旱處理效果最佳，短枝數最多，長枝數少；延遲兩個星期除葉則短枝數減少，延遲2個月除葉則短枝數更少。長梢的形成則以10月19日前除葉長梢較多。對照組（自然落葉）和 I 、III 、IV相近，相對的長梢多短梢少。由上述可知，枝條的形成確實與不同時期的乾旱及除葉處理有某種特定的關係存在，經由土壤水分的控制和除葉可以誘導植株產生所希望的結果，至於進一步技術的開發則有待未來的分析和歸納。

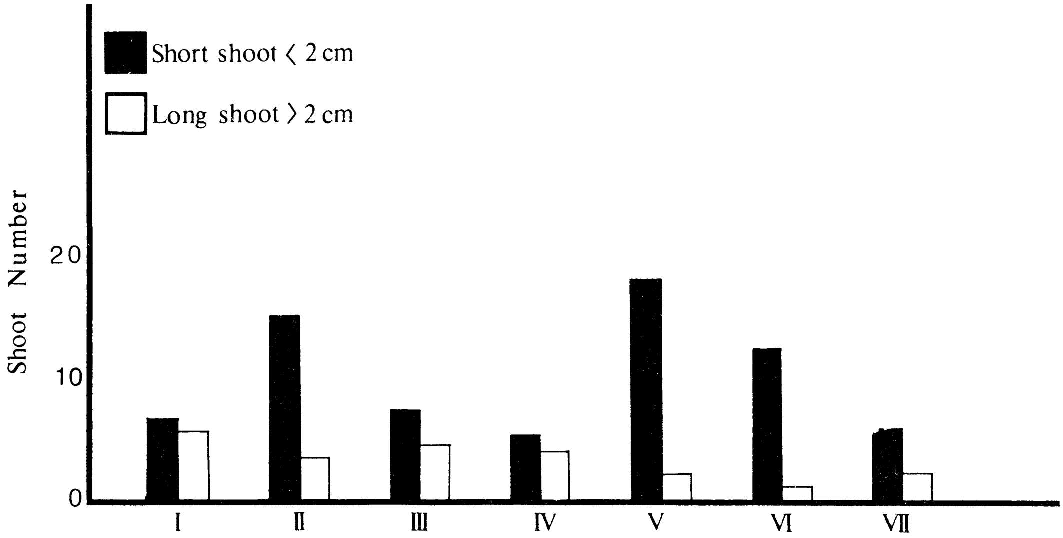

圖4. 不同土壤水分含量與不同時期的除葉處理對下一生長季枝條形成的影響。（處理方法如表1.）

Fig. 4. The influence of different soil water contents and different timings of defoliation on the formation of pear shoots. (Treatment as shown in table 1.)

參考文獻

1. 施昭彰。1987。早期除葉對不同闊葉木本植物貯藏物質含量及翌年生長勢之影響。西德漢諾威大學博士論文(德文)。
2. Abusrewil, G.S., F.E. Larsen and R. Fritts Jr. 1983. Pre-and post-storage starch levels on chemically and hand-defoliated 'Delicious' apple nursery stock. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(1) : 20-23.
3. Allen, S.E., H.M. Grimshaw,J.A. Parkinson and C. Quarmby 1974. Chemical analysis of ecological materials. Ed. : Allen, S.E. Blackwell.
4. Bernier, G.,J-M. Kinet and R.M. Sachs 1981. The physiology of flowering. Vol. I. The initiation of flowers. & Vol. II. Transition to reproductive growth. CRC Press Inc.
5. Beutler, H.O. 1978. Enzymatische Bestimmung von Staerke in Lebensmitteln mit Hilfe der Hexokinase -Methods. Starch/Staerke. 30(9) : 309-312.
6. Boehringer Mannheim GmBH 1980. Methoden der enzymatischen. Lebensmittelanalytik. Boehringer Mannheim GmBH, Biochemika, Mannheim.
7. Boyer, J.D. 1985. Water transport. Ann. Rev. Plant Physiol. 36 : 473-516.
8. Browning, G. 1975. Perspectives in the hormone physiology of tropical crops responses to water stress. Acta. Hort. 49 : 113-213.
9. Buban, T. and M. Faust 1982. Flower bud induction in apple trees : Internal control and differentiation. Hort. Rev. 4 : 174-203.
10. Chen, P.M. and P.H. Li 1977. Induction of frost hardiness in stem cortical tissues of *Cornus stolonifera*

Michx. by water stress. Plant Physiol. 59 : 240-243.
11. Chong, C. and C.D. Taper 1971a. Daily variation of sorbitol and related carbohydrates in *Malus* leaves. Can. J. Bot. 49 : 173-177.
12. Chong, C. and C.D. Taper 1971b. Effect of solar radiation on seasonal concentrations of sorbitol and related carbohydrates in apple leaves. Can. J. Plant Sci. 51 : 551-553.
13. Cruse, R.R.,C.L. Wiegand and W.A. Swanson 1982. The effects of rainfall and irrigation management on citrus juice quality in Texas. J. Amer Soc. Hort. Sci. 107(5) : 767-770.
14. Daoe, J. 1985. Carbohydrate partitioning and metabolism in crops. Hort Rev. 7 : 69-108.
15. Dietz, F. and T. Held 1974. Der Reservestaerkehaushalt des Apfelbaumes and dessen korrelative Beziehung zur generativen und vegetativen Leistung-dargestellt an der Sorte 'Boskoop'. I. Teil. Der Verlauf des Reservestaerkehaushaltes waehrend derren vegetativen Phase. Der Erwerbsobstbau. 16 : 117-119.
16. Duarte, O. and R. Franciosi 1974. Temperate zone fruit production in Peru, a special situation. Proc. 19 th Int. Hort Congr. IB : 519.
17. Edwards, G.R. 1985. Changes in endogeneous hormones in apple during bud burst induced by defoliation. Acta Hort. 158 : 203-210.
18. Edwards, G.R. and S. Notodimedjo 1987. Defoliation, bending and tip pruning of apple under tropical conditions. Acta Hort. 199 : 125-128.
19. Elfving, D.C. 1982. Crop response to trickle irrigation. Hort. Rev. 4 : 1-48.
20. Erez, A. and S. Lavee 1974. Breaking the dormancy of deciduous fruit tress in subtropical climates. Proc. 19gh Int. Hort. Conr. 3 : 69-78.
21. Erez, A. and B. Lavi 1985. Breaking bud rest of several deciduous fruit tree species in the Kenyan Highlands. Acta Hort. 158 : 239-248.
22. Faby, R. and W.D. Naumann 1986a. Auswirkungen einer Entblaetterung von Apfelbaeumen nach der Ernte. I. Einlagerung und Mobilisierung von stickstoffhaltigen Reservestoffen. Gartenbauwiss. 51(2) : 69-75.
23. Faby, R. and W.D. Naumann 1986b. Auswirkungen einer Entblaetterung von Apfelbaeumen nach der Ernte. II. Mineralstoff und Kohlenhydratgehalte in den Trieben, Ertrag. Gartenbauwiss. 51(3) : 136-142.
24. Fulford, R.M. 1970. The effects of chemical defoliation on the development of apple spurs. Ann. Bot. 34 : 1079-1088.
25. Grierson, W.J. Soule and K. Kawada 1982. Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. Ann. Rev. Plant Physiol. 33 : 163-203.
26. Hanson, A.D. and W.D. Hitz 1982. Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. Ann. Rev. Plant Physiol. 33 : 163-203.
27. Janick, J. 1973. The apple in Java. Hort Science 9(1) : 13-15.
28. Jones, H.G., A.N. Lakso and J.P. Syvertsen 1985. Physiological control of water status in temperate and subtropical fruit trees. Hort. Rev. 7 : 301-344.
29. Kramer, P.J. 1983. Water relation of plant. Academic Press.
30. Kramer, P.J. and T.T. Kozlowski 1979. Physiology of woody plants. Academic Press.
31. Larsen, F.E. and G.S. Abusrewil 1983. Pre- and poststorage levels of sorbitol and sugars in 'Delicious' apple nursery stock as effected by chemical or hand-defoliation. Scientia Horticulturae 20 : 355-360.
32. Levy, Y.J. Shalhevet, and H. Bielorai 1979. Effect of irrigation regime and water salinity on grapefruit quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104(3) : 356-359.
33. Lewis, D.H. and D.C. Smith 1967. Sugar alcohols (polyols) in fungi and green plants. I.Distribution, physiology and metabolism. Newphysiol. 66 : 143-184.
34. MacRae, J.C. 1971. Quantitative measurement of starch in very small amounts of leaf tissue. Planta (Berlin) 96(8) : 101-108.
35. Miller, E.P. and L.H. Baker 1982. An evaluation of apple cultivars for central and north Florida. Proc.

Fla. State Hort. Soc. 95 : 88-90.

36. Nitsch, J.P. 1957. Photoperiodism in woody plants, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 70 : 526-544.
37. Notodimedjo,S., H. Danoesastro., S. Sastrosumarto and G.R. Edwards 1981. Shoot growth, flower initiation and dormancy of apple in the tropics. Acta Hort. 120 : 179-186.
38. Plancher, B. 1983. Kaeltebeduerfnis bei bewulzelten Abrissen, abgeschnittenen Trieben and einnodigen Triebestueckes von *Ribes nigrum* L. Gartenbauwiss. 48(6) : 248-255.
39. Priestley, C.A. 1960. Seasonal changes in the carbohydrate resources of some six-year-old apple trees. Rep. E., Malling Res. Stn. for 1959 : 70-77.
40. Priestley, C.A. 1963. The carbohydrate resources of young apple trees under four levels of illumination. Ann. Bot. 7 (107) : 435-446.
41. Sachs,L. 1978, Angewandte Statistik. Springer-Verlag Berlin, 5. Auflag.
42. Sachs, M.M. and T-H. D. Ho 1986. Alternation of gene expression during environmental stress in plants. Ann Rev. Plant Physiol. 37 : 363-376.
43. Sakai, A. 1966. Seasonal variations in the amounts of polyhydric alcohol and sugar in fruit tree. J. Hort. Sci. 41 : 207-213.
44. Samish, R.M. 1954. Dormancy in woody plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 5 : 183-203.
45. Samish, R.M. and S. Lavee. 1962. The chilling requirement of fruit trees. Proc. 16th Inter. Hort. Congr. 372-388.
46. Sandke, G. 1973. Ueber die Translokation von Sorbit, Saccharose und Fructose in fruchtenden Apfelkurztrieben, Arch. Gartenbau 21(6) : 455-466.
47. Saure, M. 1971. Beobachtungen ueber den Apfelbau in tropischen Indonesien als Beitrag Zur Frage der Bluetenbildung, des Kaeltebeduerfnisses and des Aelterungsprozesses unserer Apfelbaeume. Gartenbauwiss. 36(1) : 44-45.
48. Saure, M. 1973. Successful apple growing in tropical Indonesia, Fruit Var. J. 27 : 44-45.
49. Saure, M. 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. Hort Rev. 7 : 239-300.
50. Schaefer, H. and K.G. Schwarz 1986. Jahreszeitlich bedingte Veraenderung im Kohlenhydratstoffwechsel und im Auftreten der Phosphorylase und saueren Phosphatase bei zwei Apfelsorten. Gartenbauwiss. 51(4) : 165-170.
51. Schimpf,C. and R. Stoesser 1984. Histochemische Untersuchungen ueber die jahreszeitliche Einlagerung und Verteilung von Staerke in Langtrieben beim Apfel. Mitt. Klosternenburg 34 : 209-220.
52. Siminovitch, D., C.M. Willson and D.R. Briggs 1953. Studies on the chemistry of the living bark of the black locust in relation to its frost hardiness. V. Seasonal transformations and variations in the carbohydrates : Strach-sucrose interconversions. Plant physiol. 28 : 383-400.
53. Steel, G.D. and J.H. Torrie 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Comp., New York.
54. Taper, C.D. and P.S. Liu 1969. Sorbitol occurrence in *Malus* leaves and fruits. Can. J. Plant. Sci. 49 : 97-98.
55. Verheij, E.W.M. 1985. Apple growing in east Java : The scope for improvements. Acta. Hort. 158 : 47-51.
56. Zeller, O. 1973. Bluhrhythmik von Apfel und Birne in tropischen Hochland von Ceylon. Gartenbauwiss. 38 : 327-334.

Influence of Soil Water Status and Defoliation on Carbohydrate Content as well as Shoot Formation in Pear Trees[1]

J.C. Shih[2] and W.M. Hsiang[2]

Summary

Pear clone with low-chilling requirement 'SH—085' were planted in containers under shelter, after being grafted on bird pear rootstocks. Two soil water status treatments were undertaken at three different stages after entering short days. Sampling and defoliation were done respectively on Oct. 19, Nov. 3, Nov. 16 and Dec. 1. And then the defoliated plants were treated with high soil water content (−0.01 MPa～−0.05 MPa) to observe the growth and to analyse the accumulation of carbohydrates at various stages. There was a particular relationship between the treatment and the formation of short shoots. Soil water status treatment at later stage was beneficial for the accumulation of carbohydrates in shoots and roots. The quantity of sorbitol varied according to various treatment and various parts of plant. However, there was no necessary relationship between the quantity and corresponding treatment. Glucose and fructose were found mainly in leaves, little in roots, and very little in shoots. Under the treatment of complete dryness, neither glucose nor fructose were found in shoots or roots. Sucrose was found commonly in leaves and roots, but rarely found in roots before end of October. Obviously, glucose and fructose served as temporary metabolic products in the process of carbohydrate accumulation. The storage of carbohydrates existed mainly in forms of sorbitol, sucrose and starch.

Key Words : Low chill cultivar, Defoliation, Water management, Sorbitol, Starch, Glucose, Fructose, Sucrose.

1. Contribution No. 1653 from The Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by a grant (NSC 78-0409-B055-11) from National Science Council, Executive Yuan, ROC.
2. Respectively, Senior Horticulturist, Assistant Agricultural Chemist, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.

酪梨耐根腐病砧木之無性繁殖[1]

鍾　志　明[2]

摘要：本文比較'Duke 7'、'Duke 6'、'G6'、'G22'等酪梨病砧木品系繁殖的方法，包括砧木品系接穗嫁接於實生砧之成活率、其接穗萌發之枝條白化處理後之存活率、白化存活枝條經環狀剝皮處理及高壓後生根率等。結果顯示參試品系中以'Duke 7'接穗之嫁接成活率最高，達71.0%。萌發枝條白化處理後之存活率以'Duke 7'的最高，達50%。已白化存活枝條經環狀剝度處理及高壓後，'Duke 7'與'G6'的生根率達50%，'G22'的則為0%。利用此方法，通常高壓後六個月內'Duke 7'及'G6'之接穗萌發枝條於靠近接合部之莖表面可有不定根之形成。再六個月後可切離原植株得長根新植株，將其盆栽於介質後可成活。參試品系中以'Duke 7'之繁殖效率較佳，達17.8%。

關鍵詞：酪梨、砧木、根腐病、繁殖。

酪梨之營養在所有水果中最高，且耐儲運，為一適合外銷及內銷之水果。臺灣雖自民國七年即陸續引進酪梨品種試種[2]，但消費者及農民至今仍不能普遍接納，無法產業化經營，目前面積僅大約為五百公頃左右（作者估計所得）。推究其原因可能有下述幾點：由於過去農試所未能為選出優良品種供農民團體輔導農民推廣栽培、未能有效介紹酪梨之高營養價值及食用法、長久以來受酪梨根腐病為害[1]等。臺灣如欲發展酪梨產業，則應針對這些原因加以解決。如今教育普及，宣傳媒介廣而深入故只要政府單位廣為介紹，則消費大衆定可很快接納，但品種及酪梨根腐病危害問題之解決則有待長期努力。目前世界生產酪梨國家也一樣長期遭遇根腐病危害問題，最佳解決策略即為綜合防治[3]。而綜合防治中最直接有效的方法即為耐病根砧木之應用及藥劑防治。嘉義農業試驗分所於民國74年曾引進'Duke 7'、'Duke 6'、'G6'、'G22'等品系，據報告這些品系對根腐病（*Phytophthora cinnomoni* Rands）具有耐病性[4,7,15]。如能大量繁殖這些耐根腐病砧木供嫁接繁殖優良接穗品種，則臺灣酪梨根腐病危害問題應可解決大半。Frolich 和 Plat[6]曾利用白化技術促使酪梨枝條生根而得到營養繁殖苗，但其繁殖效率如何則報告中未提到。為瞭解此方法之可行性，本試驗參考此方法進行繁殖試驗，調查這些品系在繁殖過程中有關接穗嫁接於實生砧之成活率、接穗萌發枝條白化後之存活率、白化存活枝條經環狀剝皮處理及介質高壓後之生根率等，以期評估此方法之可行性。

材料與方法

本實驗所用之耐根腐病砧木品系材料包含'Duke 7'、'Duke 6'、'G6'、'G22'等四種。約於12月下旬至1月上旬剪取耐病砧木芽條，放入塑膠袋中並密封後，儲存於6±2°C之恆溫箱中，俟嫁接時再取出使用。

繁殖方法主要參考 Frolich 和 Plat[6]之方法，其主要過程如下：首先將半年生以上實生植株於

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1654 號。本研究承蒙行政院農業委員會(79農建－7.1－糧－54－13)補助，謹此致謝。
2. 本所嘉義農業試驗分所園藝系助理研究員。臺灣省　嘉義市。

離土面7～8公分處剪斷，再以舌接（whip grafting）方法將留2至3芽耐病砧木芽條嫁接於其上。以長15cm，寬4.8cm之透明塑膠袋由上往下套住接穗直至接合部下方約2～3公分處，並於塑膠袋之下部以尼龍繩綁緊以使砧木與塑膠袋緊貼。再以白紙捲成圓筒狀包於其外，避免陽光射入。將嫁接植株置於陰棚下管理，三個月後調查嫁接成活率。嫁接後接穗開始萌芽時將塑膠袋脫去，立即連盆置入白化室裏。白化室溫度保存26±1°C，溼度保持88±2%，處理21天後，當萌發至10～15公分時，即可移出室外。在接合部上方4～6公分處，利用小刀將枝條環狀剝皮，寬度約0.5～0.9公分。環狀剝皮後以黑色 PE 塑膠管套住枝條及砧木直至土面，並於塑膠管接近土面部，以塑膠帶束緊。而後填以泥炭苔（peatmoss）與珍珠石（perlite）1：1混合之介質。填完介質後，再適量澆水。

枝條生根情形於環狀剝皮處理後6個月調查。再6個月後將已生根枝條於靠近接合部上方剪斷，並將發根新植株上盆，所用介質爲1：1泥炭土與珍珠石。上盆後先置於陰棚處2～3星期，然後再移植陽光處繼續管理。

結果與討論

(一)耐病品系接穗嫁接於一般實生砧後，嫁接成活比較：

1989年參試耐病品系接穗嫁接於實生砧後，嫁接之成活率以'Duke 7'的最高，可達71.0%，'G22'、'G6'的依次降低，而'Duke 6'的則無一成活(表1)。而於1990年'Duke 6'與'Duke 7'的嫁接成活率則無明顯之差異（表2）。1989年時'Duke6'接穗於2月22日嫁接，而在1990年時則於2月6日嫁接，但兩次之成活率則差異甚大（表1及表2）。由於在不同年份嫁接，接穗採取時之生育狀況，嫁接後之氣候皆不同，故無證據足以認爲 'Duke6' 較早嫁接有利於成活率之提高。如欲瞭解 'Duke 6' 在二月裡嫁接時之遲早是否影響其成活率，將來宜分年每隔一段時期嫁接調查。由上可知 'Duke 7' 在兩年之成活率皆較高，是一較易繁殖砧木材料。

表1. 1989年耐根腐病品系接穗嫁接於一般實生砧之成活率比較

Table 1. Comparison in percent of successful graft unions of root rot resistant avocado varieties when grafted to seedling stocks from unknown parents in 1989.

接穗母本 Scion parents	嫁接日期 Date of grafting	嫁接數 No. of grafting	嫁接成活數 No. of graft unions	嫁接成活率 (%) Percent of successful graft unions
Duke 7	2-17-89	31	22	71.0
Duke 6	2-22-89	49	0	0
G6	2-15-89	86	12	14.0
G22	2-16-89	28	8	28.6

表2. 1990年'Duke 6'與'Duke 7'接穗嫁接於一般實生砧之成活率比較

Table 2. Comparison in percent of successful graft unions between 'Duke 6'and 'Duke 7' when grafted to seedling stocks from unknown parents in 1990.

接穗母本 Scion parents	嫁接日期 Date of grafting	嫁接數 No. of grafting	嫁接成活數 No. of successful graft unions	嫁接成活率 (%) Percent of successful graft unions
Duke 6	2-6-90 至2-7-90	80	67	83.8
Duke 7	2-6-90	80	75	91.3

㈡耐病品系接穗嫁接於實生砧後萌發之枝條，經白化處理後，枝條存活比較：

參試品系中，以'Duke 7'接穗萌發之枝條在白化室處理三週後有較高之存活率，達50％，而'G6'及'G22'的只達25％（表3）。白化存活枝條，莖表皮呈現白色，葉則呈淡紅色（圖1）。在白化室處理過程中部分萌發之枝條會乾枯而死亡，其原因可能爲接穗雖已萌發但其與砧木之接合部並未完全癒合，因此導致接合部乾燥而使枝條得不到充足水分而乾枯死亡。因此白化處理前接穗與砧木之是否完全癒合及如何促進癒合，及處理時之濕度控制是將來宜加以注意之項目。

表3. 耐根腐病品系接穗萌發之枝條，經白化處理後之存活率比較

Table 3. Comparison in perent of survival after etiolated the growing shoot derived from scion of root rot resistant avocado varieties.

枝條母本 Shoot parents	枝條白化數 No. of scion etiolated	枝條存活數 No. of shoot survivable	枝條存活率（%） Percent of shoot survivable
Duke 7	12	6	50
G6	8	2	25
G22	8	2	25

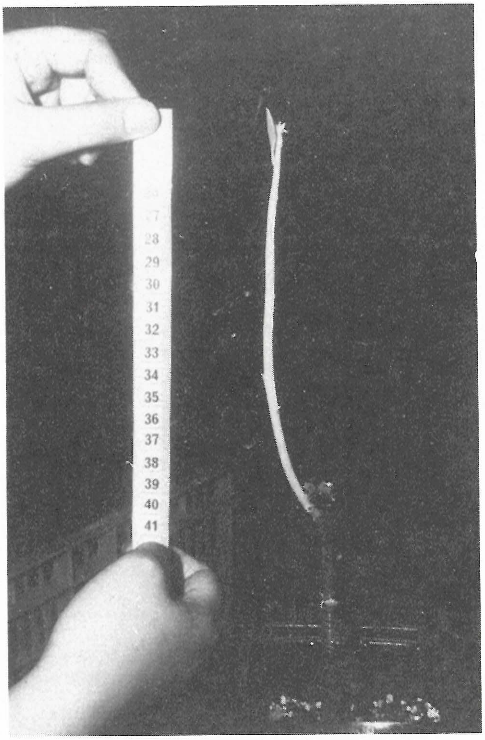

圖1. 由'Duke 7'接穗發育而來之新枝條，白化處理三週後，莖表皮呈現白色

Fig. 1. Stem surface of new shoot, which was derived from 'Duke 7' scion, showing white color after etiolated three weeks.

㈢白化枝條經環狀剝皮高壓處理後之生根比較：

白化存活枝條環狀剝皮處理後，以介質高壓枝條靠接合部，6月個月後於環狀剝皮處上方之莖可有不定根之形成（圖2）。再6個月從枝條發根處下方剪斷，即可得發根植株（圖3）。將發根植株盆栽於泥碳苔與眞珠石體積各半之介質後可順利成活（圖4）。參試品系中'Duke 7'與'G6'枝條的生根率皆爲50%，而'G22'的則發根率爲零（表4）。在所有品系中，不生根之枝條於環狀剝皮處大部分皆產生癒合組織而後傷口整個癒合，此可能導至枝條無法生根。故將來環狀剝皮寬度應考慮適當增寬以避免傷口癒合。

圖2. 白化處理過之新枝條在環狀剝皮及高壓六個月後，莖表有不一定根之形成

Fig. 2. Adventitious root formation on stem surface after etiolated new shoot was girdled and six months air layered.

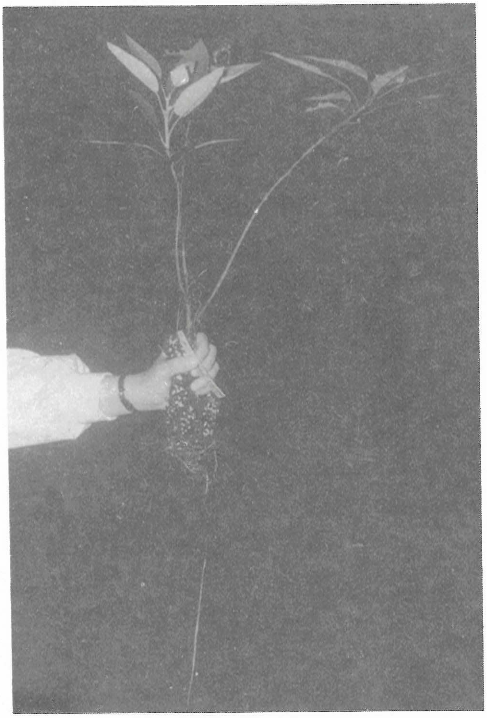

圖3. 在長根枝條長根部位直下方剪斷，即可得到新的長根植株

Fig. 3. New plant growing on its own roots could be got by cutting just below the adventitious root initiating part of the new rooting shoot.

表4. 根腐病耐病品系已白化枝條經環狀剝皮及介質高壓處理後之生根率比較

Table 4. Comparison in rooting percent of etiolated shoot of root rot avocado varieties after girdled, and air layered with medium.

枝條母本 Shoot parents	枝條高壓數 No. of shoot air layered	枝條生根數 No. rooting shoots	枝條生根率 (%) Percent of rooting scions
Duke 7	6	3	50
G6	2	1	50
G22	2	0	0

圖 4. 盆栽於塑膠盆之長根植株可順利發育

Fig. 4. Rooted plant could grow vigorously after potted in plastic pot.

㈣耐病品系'Duke 7'接穗嫁接於不同品系來源實生砧木後成活率比較：

'Duke 7'接穗嫁接於來自'Susan'及'Fuerte'之實生砧木後，其成活率分別達76.2%及64.7%，比嫁接於來自'CAES 1'及'CAES 3'的高（表5）。按'Fuerte'及'Susan'之系型（Race type）分別爲 Q（Qualtemalan）× M（Mexican）及 M×Q[11]，而'CAES 1'及'CAES 3'則屬於西印度系（West indian race）。'Duke 7' 本身則屬於墨西哥系。因此由系型推斷'Duke 7'之枝條與'Fuerte'及'Susan'之實生砧應有較高之嫁接親合力，而調查結果也是如此。因此實生砧來源之不同會影響'Duke 7'之嫁接成活率，故產生實生砧之母本系型在'Duke 7'繁殖時應加以考慮選擇。

表 5. 'Duke 7'接穗嫁接於不同品系來源實生砧後之成活率比較

Table 5. Comparison in percent of successful graft unions of 'Duke 7' when grafted to seedling stocks from different avocado varieties.

實生砧母本 Parents of seedling stocks	嫁接日期 Date of grafting	嫁接數 No. of grafting	嫁接成活數 No. of graft unions	嫁接成活率 (%) Percent of successful graft unions
CAES 1	2-12-90	31	8	25.8
CAES 3	2-12-90 至3-13-90	61	30	49.1
Susan	2-12-90	42	34	76.2
Fuerte	2-12-90 至2-16-90	51	33	64.7

結　　論

計算不同耐根腐病砧木品系之繁殖效率（以接穗嫁接成活率、白化存活率、環狀剝皮及介質高壓處理生根率等之積表示），顯示參試品系中以'Duke 7'之繁殖效率最高，達17.8%，而'G6'，'G22'的則分別爲1.7%及0%（表1，表3，表4）。因此以'Duke 7'接穗作爲繁殖耐病品系材料之繁殖效率最

高。又據鍾（未發表）於嘉義試驗分所調查，顯示'Duke 7'之根腐病耐病性較'Duke 6'，'G6'、'G22'等品系為高，此更支持繁殖'Duke 7'品系以作為臺灣酪梨耐根腐病砧木是較為有利之選擇。用本方法繁殖耐病砧木，從嫁接至得到生根小苗，需費時15個月以上，且效率最高的品系只達17.7%，故實有待加以改進，或嘗試其它可行之方法。

改進本試驗繁殖效率之主要途徑為在於如何提高嫁接成活率及接穗萌發枝條白化後之存活率。因此將來有關接穗採取之時期、接穗儲存溫度、嫁接之時期，白化處理溫度、濕度及處理期間等重要因子皆有待繼續評估。

Ernst 和 Holtzhausen[5]將酪梨'Fuerte'枝段埋於珍珠石內培養，利用其新長出且基部白化枝條扦插，成活率達60%～70%，但有關'Duke 7'和'Duke 6'之成活率則未提及。Moll 和 Wood[9]曾報導利用已白化砧木接穗萌發枝條進行扦插試驗，成活率可達80%～90%，但未提及'Duke 7'和'Duke 6'之成活率。Salazar-Garcia 和 Borys[12]利用"Franqueamiento"方法成功地繁殖'Duke 6'、'Duke 7'等砧木，但成活率未提及。Phillips[10]認為利用澳大利亞採用之白化扦插技術（Etiolated Cutting Technigue）繁殖耐病砧木似乎是目前最好之方法，但並未提適用品系及其成活率。以上諸研究者皆報導其所用方法有良好結果，但對'Duke 7'和'Duke 6'等未提及成活率，因此這些方法之效率值得進一步評估，以找出何種才是可行之方法。

溝壓（Trench layering）曾用於胡桃之繁殖[13]，而類似之方法也曾用於酪梨之繁殖[14]，因此利用溝壓繁殖'Duke 7'和'Duke 6'也是值得嘗試。由於酪梨對通氣不良狀況特別敏感[8]，故溝壓時採用之覆蓋介質應具多孔性。

參考文獻

1. 安寶貞。1989。酪梨根腐病。農藥世界 70：55-56。
2. 貴島豐智。1925。臺灣に於けるアボカート。臺灣總都府農業試驗所彙報 第126號。46頁。
3. Coffey, M. G.1987.Phytophthora root of avocado—an integrated approach to conrtol in California. Calif. Avocado Soc. Yearbook 71:121-137.
4. Coffey, M. D. and F. Guillement. 1987. Avocado rootstocks. Calif. Avcoado Soc. Yearbook 71:173-179.
5. Ernst, A. A. and L. C. Holtzhausen.1987.New promising technique for rooting difficult-to-root avocado (*Persea americana* Mill.) cuttings. Citrus & Subtrop. Fruit Jour. 532:6-10.
6. Frolich, E. F. and R. G. Plat.1972. Use of the etiolation technique in rooting avocado cuttings. Calif. Avocado Yearbook 55:97-109.
7. Guillemet, F. B. Gabor and M. Coffey.1988. Field evaluations of some new avocado rootstocks. Calif. Avocado Soc. Yearbook 72:133-138.
8. Lahav, E. and A. Kadman. 1980. Avocado Fertilisation. IPI-Bulletin No. 6. published by International Potash Institute. Worblaufen-Bern／Switerland. pp. 23.
9. Moll, J. N. and R. Wood. 1980. An efficient method for producing rooted avocado cuttings. Suptropica 1 (11) :9-12.
10. Philips, D. 1985. The clonal propagation of *Phytophthora* resistant avocado rootstocks. Acta Horticulturae 116:65-66.
11. Rounds, M. B.1950. Check list of avocado varieties. Calif. Avocado Soc. Yearbook 34:178-205.
12. Salazar-Garcia S. and M. W. Borys. 1983. Clonal propagation of avocado through "Franqueamiento". Calif. Avocado Soc. Yearbook 67:69-72.
13. Serr. E. B. 1987. Rooting paradox walnut hybrids. Calif. Agr. 8 (5) :7.
14. Whitsell R. H., G. E. Martin, B. O. Bergh and A. V. Lypps.1989. Propagating Avocado: principle and techniques of nusery and field grafting. Publication 21461 University of California.
15. Zentmyer, G. A., F. B. Guillemet, M. K. Harjung and A. I. Zaki. 1977. Resistance to *Phytophthora* root rot. Calif. Avocado Soc. Yearbook 61:76-79.

Clonal Propagation of *Phytophthora cinnamomi* Resistant Rootstock of Avocado (*Persea americana* Mill.)[1]

T. M. Jong[2]

Summary

In this report, methods of propagating resistant varieties, including 'Duke 7','Duke 6', and 'G22', was compared. Among the scions of 'Duke 7','Duke 6' ,'G6' and' G22' ,grafted to seedling stocks from unkown parents, scions of 'Duke 7' had highest percent of successful graft unions of 71.0%. After etiolated growing shoots had 50% survival in 'Duke 7' Among air layerd shoots, which had been etiolated and girdled before, rooting shoot percent in 'Duke 7' and 'Duke 6' both had 50%, while that in 'G22' only 0%. In general scions of 'Duke 7' and 'G6' varieties could had adventitious root formation from stem surface of shoot above graft union in six months after layered by using this method. After following six months new plant growing on its own roots could be got by cutting just below the adventitious root initiating part of ths rooting shoot. Rooting plants could grow vigorously after potted in plastic pots. Among tested varieties, 'Duke 7' had highest propagation efficiency of 17.8% with this method.

Key words : Avocado, Rootstock, Propagation, *Persea americana, Phytophthora cinnamomi.*

---

1. Contribution No. 1654 from Taiwan Agricultural Researach Institute. This study was supported in part by a grant from Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC.
2. Assistant Horticulturist, Department of Horticulture, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, Chiayi Taiwan 600, ROC.

坡地荔枝園不同覆蓋作物對土壤性質及水土流失之影響[1]

鄭　慶　生[2]

摘要：本試驗之目的在比較坡地荔枝園不同覆蓋作物對土壤性質、水土和地表養份流失及主作物生育之影響情形，並觀察覆蓋作物生長習性，以瞭解不同覆蓋作物之水土保持效益，藉以選取坡地荔枝園較適用草種及提供土壤管理和保育設計參考，並作為推廣依據。試驗區設置於本分所11°西北向壤土之坡地上，採逢機完全區集設計，八處理二重複，八個處理包括：(A)地毯草覆蓋；(B)自然雜草覆蓋；(C)兩耳草覆蓋；(D)清耕對照區；(E)狗牙根覆蓋；(F)假儉草覆蓋；(G)類地毯覆蓋；(H)百喜草覆蓋。茲將試驗結果摘要如下：

(一)各處理水土流失測定結果以百喜草覆蓋區較低，假儉草及狗牙根覆蓋區次之，三者之間差異不顯著，而以清耕對照區較高。

(二)各處理地表逕流水中養份流失量和水土流失量大小趨勢相近，以百喜草覆蓋區較低，狗牙根及假儉草覆蓋區次之，清耕對照區較高。

(三)覆蓋率調查結果顯示：各處理以百喜草及假儉草覆蓋情形較佳，雜草侵入亦較少。

(四)旱季土壤水分含量測定結果，覆蓋區均較清耕對照區高，而不同覆蓋作物處理間差異不顯著。兩季土壤水分含量以百喜草覆蓋區較高，假儉草覆蓋區次之，清耕對照區較低。

(五)根據土壤團粒體積中數粒徑、導水率、假比重、分散率、孔隙率、滲透率及土壤硬度等測定結果知各處理以百喜草及假儉草覆蓋區土壤物理性較佳，清耕對照區較差。

(六)土壤化學性測定顯示：土壤有機質及有效態磷，在覆蓋處理區均有增加現象，各處理以假儉草及百喜草覆蓋區較高，而清耕對照區則有減少現象，土壤交換性鉀含量，各處理區均有減少現象，覆蓋區均較清耕對照區高，而不同覆蓋作物處理間差異不顯著。

(七)荔枝生育調查結果，各處理以類地毯草、假儉草及兩耳草覆蓋區較佳，三者之間差異不顯著，而以自然雜草覆蓋區較差。

綜上所述，在與本試驗各項條件近似的11°坡地荔枝園於山邊溝間距範圍內採用百喜草或假儉草均能有效控制水土及養份流失，改善土壤理化性，而且覆蓋良好，雜草較難侵入為理想的覆蓋作物，值得推行。

關鍵詞：坡地、荔枝園、覆蓋作物、土壤性質、水土流失。

山邊溝行坡面栽培配合覆蓋作物等水土保持處理，為山坡農地經濟有效的水土保持方法之一，由於能有效控制水土流失，改善土壤性質，維持或增進地力及增加作物產量，且適合機械作業，符合當前坡地果園省工經營的原則，故已成為目前重要的山坡農地水土保持方法體系，其中覆蓋作物扮演重要的角色。

有關覆蓋作物的研究甚多[1,3,4,5,6,7,8,10,12,13,17,18]，但經選拔而出的植生草類卻相當有限，僅百喜草等少數幾種，而百喜草經試驗證明為目前最具水土保持效益的草種，其推廣面積最廣，而推廣品系又以A44 及 A109 為主，因發芽率低，故一般多用分株法繁殖，由於草苗來源有限，且搬運困難，有礙推

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1655 號，本研究承農委會計畫經費補助，謹此致謝。
2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理研究員。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

廣的進行。各地區之鄉土性植生草類，栽培容易適應性強，如能選出具有水土保持效益的草種，作爲水土保持覆蓋作物，以供推廣，則可解決目前覆蓋作物貧乏之困境。

目前除百喜草等少數草種外，大部份均缺乏較完整的試驗研究資料可供參考，且在坡地果園不同經營方式及覆蓋作物不同用途及栽培環境下，所選用的覆蓋作物應有所不同，故擬在經初步觀察後，選取數種不同特性的草種與百喜草和對照區一併比較其對坡地土壤性質，水土和養份流失及主作物生育之影響，並觀察覆蓋作物生長習性，以瞭解不同草類之水土保持效益，藉以選取坡地荔枝園最適用草種及提供土壤管理改進參考。

材料與方法

於民國76年7月起在本分所11°西北向壤土之坡地設區，進行本試驗。採逢機完全區集設計，八處理二重複，供試主作物爲黑葉種荔枝，小區面積3m×15m＝45㎡，各小區上端築有山邊溝一條截洩逕流，第一重複下端設有水土流失觀測池八組，觀測各處理水土流失情形，八處理爲：

(A)地毯草覆蓋（Cover with louisiana grass）：全區種植地毯草，行株距20㎝×30㎝，等高三角形種植，地毯草生長達30公分以上時，割草敷蓋於樹冠下，年割2—3次。以下簡稱A處理。

(B)自然雜草覆蓋（Cover with native grass）：全區任其自然生長雜草，但遇宿根性及攀繞性雜草則挖除，生長達30公分以上時，割草敷蓋於樹冠下，年割3—5次。以下簡稱B處理。

(C)兩耳草覆蓋（Cover with sour grass）：全區栽植及割草敷蓋方法同A處理，年割2—4次。以下簡稱C處理。

(D)淸耕對照區（Clear cultivated as check）：全面行人工除草。以下簡稱D處理。

(E)狗牙根覆蓋（Cover with bermuda grass）：全區栽植及割草敷蓋方法同A處理，年割2—3次。以下簡稱E處理。

(F)假儉草覆蓋（Cover with centipede grass）：全區栽植及割草敷蓋方法同A處理，年割2—3次。以下簡稱F處理。

(G)類地毯草覆蓋（Cover with carpet grass）：全區栽植及割草敷蓋方法同A處理，年割2—4次。以下簡稱G處理。

(H)百喜草覆蓋（Cover with bahia grass）：全區栽植及割草敷蓋方法同A處理，年割2—4次。以下簡稱H處理。

每次降雨觀測水土流失，並按時進行覆蓋作物覆蓋率、雜草生長量、土壤水分含量、土壤理化性及主作物生育調查。

結果與討論

(一)水土流失觀測

在民國77年3月中旬覆蓋作物種植後，每逢降雨即觀測水土流失量，計觀測三年，各處理累積水土流失量以對照區最高和各覆蓋處理區間差異極顯著，可見坡地在覆蓋作物栽植後，能明顯減少水土流失量。爲易於比較各覆蓋處理區之累積水土流失量，僅將各覆蓋處理區水土流失量觀測結果繪於圖1及圖2。

由圖1及圖2顯示：覆蓋作物種植第一年因覆蓋尙未完密，故水土流失量較大，覆蓋作物種植初期，覆蓋速度快的小區，其水土流量相對減少，狗牙根、兩耳草在77年5月下旬覆蓋率已達90%，而地毯草、假儉草在6月下旬亦達90%以上，故當時水土流失量以狗牙根及兩耳草較低。覆蓋作物種植第二年，各處理區覆蓋作物已達全面覆蓋，水土流失量相對減少且趨於穩定。至覆蓋作物種植第三年各處理水土流失量依次以百喜草、假儉草及狗牙根覆蓋區較低。將第二及第三年測得各處理年逕流量

與年土壤流失量分別經變方分析結果顯示：各處理間差異均達顯著標準，各處理對小區逕流量及土壤流失量之影響如表1：

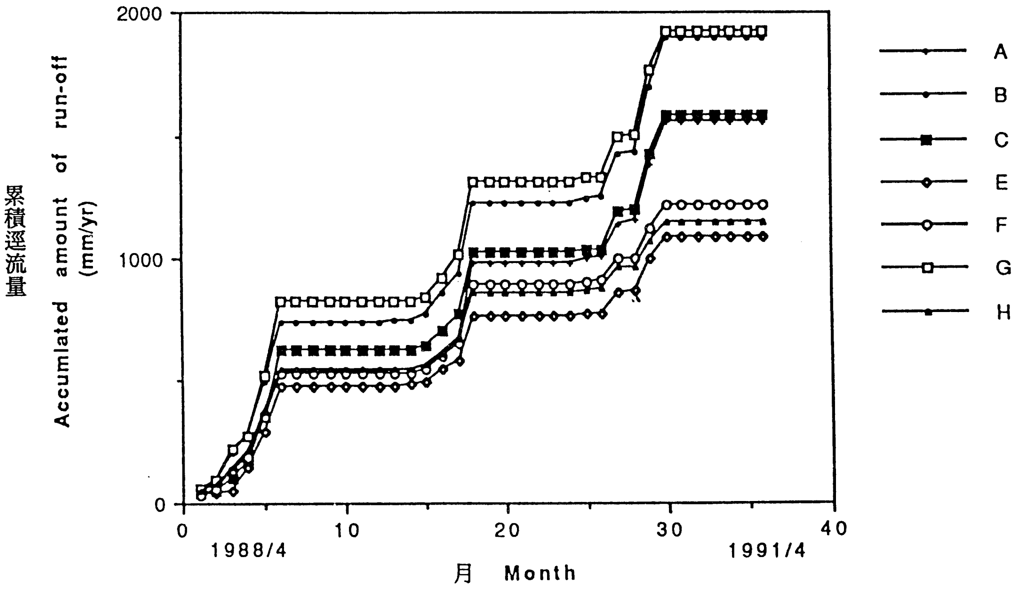

圖1. 各處理小區累積逕流量

Fig.1. Accumlated amount of run-off from the plots with various treatments

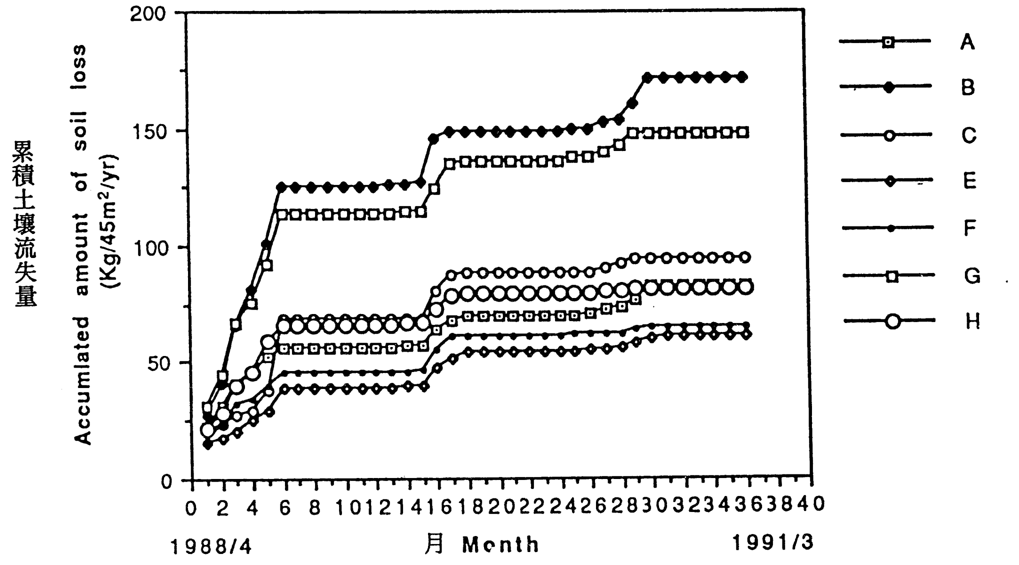

圖2. 各處理小區累積土壤流失量

Fig.2. Accumlated amount of soil-loss from the plots with various treatments

表1. 各處理對逕流量及土壤失量之影響

Table 1. Effects of various treatments on runoff and soil loss

處 理 Treatment	逕流量 Runoff (mm/yr)	土壤流失量 Soil loss ($kg/45m^2/yr$)
A	508 b*	12.9 a
B	579 b	22.8 a
C	482 b	13.0 a
D	1219 c	404.4 b
E	306 a	10.9 a
F	343 a	9.8 a
G	550 b	16.9 a
H	301 a	7.9 a

* 鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。
Means in each column with the same letter are not significantly different at5% level (Duncan's New Multiple Range Test)

由表 1. 知：各處理逕流量以H處理區較低，E與F處理區次之，D處理區較高。在坡地上種植覆蓋作物後，地上部份可截留雨水，減少逕流速度，地下部份能改善土壤物理性、增加土壤保水力及滲透率等增加入滲土壤機會，故逕流量較清耕對照區顯著減少，各種覆蓋作物減低逕流量之效果以百喜草較佳，狗牙根及假儉草次之，三者之間差異未達顯著標準。各處理土壤流失量與逕流量有相同趨勢，各處理以D處理區較高與各覆蓋處理區之間差異達顯著標準，但各覆蓋處理區之間差異不顯著，其中以百喜草及假儉草處理區較佳，由於覆蓋作物地上部份能阻止雨滴打擊土壤，減少逕流速度及過濾土壤，密佈根辟網結土壤增加抗蝕力，且由於逕流量減少，故土壤流失量顯著降低，其減少土壤流失效果極為顯著。

㈡逕流水中養份流失量測定

為比較不同覆蓋作物完密覆蓋後，逕流水中養份之流失情形，於民國78年及79年二年間，每逢降雨於觀測水土流失量之同時間亦採集各處理小區之樣品，經過濾後測定逕流水中養份濃度，再計算逕流水中養份含量，所得資料經變方分析結果各種元素之處理間差異均達顯著標準，各處逕流水中養份流失量如表2：

表2. 各處理逕流水中養份流失量

Table 2. The untrient losses in runoff water under various treatments

處 理	逕流水要素 Runoff water constituents ($g/45m^2/yr$)								
Treatment	NO_3-N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
A	4.14b*	15.2b	104b	184b	140cd	1.75b	1.09c	32.2c	0.56ab
B	54.1d	25.2d	195d	236c	158d	1.97b	0.99bc	16.9ab	0.58ab
C	42.2b	19.1c	145c	170b	112bc	1.82b	0.62ab	31.5c	0.45a
D	153.3e	47.6e	273e	412d	291e	6.04d	3.90e	96.5e	32.44d
E	26.8a	12.3a	64a	89a	64a	0.88a	1.06c	14.4ab	0.46a
F	33.5a	10.3a	85ab	109a	88ab	1.19a	0.35a	24.8bc	0.85c
G	50.5c	25.2d	147c	187b	117bc	2.38c	2.06d	49.4d	1.02c
H	26.1a	11.8a	72a	92a	73a	1.22a	0.41a	9.2a	0.44a

* 鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。
Means in each column with the same letter are not significantly different at5% level (Duncan's New Multiple Range Test)

據表2.所示：各處理年逕流水中養份流失量以H處理區較低，F及E處理區次之，D處理區較高，此與各處理水土流失量大小趨勢相近。又據二年測定結果顯示：各處理逕流水中養份流失量在降雨量或降雨強度大的降雨及施肥後較大，當降雨量或降雨強度小的時候養份流失極小，可做為坡地土壤管理的參考。

(三)土壤水分含量測定

各處理小區在乾旱季節約每月採取土壤樣品一次（採取深度20公分）共24次，以烘乾法測定土壤水分含量。另在試驗末期於雨季當降雨停止後以上述方法採取土壤樣品五次，測定各處理土壤水分含量，以比較各處理間土壤水分差異情形，將測得資料分別經變方分析結果各處理間差異均達顯著標準，各處理土壤水分含量如表3：

表3. 各處理土壤水分含量

Table 3. Soil moistrue contents in plots under various treatments

處 理 Treatment	土 壤 水 分 含 量 Soil moisture content (%)	
	旱 季 Dry season	雨 季 Wet season
A	11.01 b*	24.61 b
B	10.25 b	24.07 bc
C	11.05 b	24.74 c
D	9.07 a	20.14 a
E	11.26 b	23.01 b
F	10.57 b	26.35 d
G	10.97 b	22.91 b
H	10.54 b	28.41 e

* 鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。
Means in each column with the same letter are not significantly different at5% level (Duncan's New Multiple Range Test)

由表3.知旱季各處理土壤水分含量以D處理區較低，覆蓋處理區較高，但各覆蓋處理區之間差異不顯著。覆蓋處理區雖有蒸散作用消耗水分，但因土壤有機質含量較高，保水力較強等因素故土壤水分含量仍較清耕對照區高。在雨季土壤水分含量係在降雨停止後測定可比較各處理涵養水分能力，各處理以H處理區較高，F處理區次之，D處理區較低，覆蓋處理區由於土壤有機質較高，土壤物理性佳，保水能力好，茂密的根系亦能增加土壤水分保持能力，故降雨後之土壤水分含量較高，亦間接減少逕流發生。

(四)覆蓋作物及雜草生育觀察

各處理小區於民國77年3月種植覆蓋作物後，每月即按時拔除雜草以觀察不同覆蓋作物之水土保持效益，每次除草後並調查覆蓋處理區之覆蓋率，又自民國80年1月起，不再採用頻繁人工拔除雜草之管理方式，而僅每年割草2—3次，以比較不同覆蓋處理區雜草侵入情形，並於民國81年測定各處理覆蓋作物及雜草之覆蓋率計三次，其結果列於表4：

表4. 各處理地面覆蓋率（%）

Table 4. The cover rates under various treatments (%)

測定日期 Measurement date	處理 Treatment												
	A		B	C		E		F		G		H	
	覆蓋作物 Cover crop	雜草 Native grass	雜草 Native grass	覆蓋作物 Cover crop	雜草 Native grass	覆蓋作物 Cover crop	雜草 Native grass	覆蓋作物 Cover crop	雜草 Native grass	覆蓋作物 Cover crop	雜草 Native grass	覆蓋作物 Cover crop	雜草 Native grass
1988													
Apr.30.	33		27	37		38		25		25		28	
May.31.	84		81	91		90		75		65		68	
Jun.30.	97		58	100		96		91		79		85	
Jul.31.	98		83	99		96		94		88		88	
Aug.31.	91		40	40		79		92		82		78	
Sep.30.	99		78	80		92		98		91		88	
Oct.31.	98		90	89		98		98		93		93	
Nov.30.	97		90	91		97		97		92		93	
Dec.31.	96		80	87		95		95		92		93	
1989													
Jan.31.	93		38	88		98		95		91		91	
Feb.28.	91		43	86		95		95		92		92	
Mar.31.	90		47	86		96		95		93		92	
Apr.30.	91		68	94		97		97		96		95	
May.31.	92		90	96		97		99		98		99	
Jun.30.	92		60	96		99		99		98		99	
Jul.31.	90		90	99		97		99		95		97	
Aug.31.	91		91	99		97		99		92		98	
Sep.30.	98		18	99		99		100		90		100	
Oct.31.	98		46	99		99		100		90		99	
Nov.30.	99		60	99		100		100		88		99	
Dec.31.	99		67	100		100		100		78		100	
1990													
Jan.31.	98		66	100		99		100		90		100	
Feb.28.	98		85	100		99		100		92		100	
Mar.31.	90		60	60		95		96		58		98	
Apr.30.	90		95	93		98		98		87		99	
May.31.	91		94	98		99		97		91		100	
Jun.30.	92		55	100		99		100		92		100	
Jul.31.	97		90	100		99		100		94		100	
Aug.31.	98		93	100		100		100		96		100	
Sep.30.	99		95	100		100		100		90		100	
Oct.31.	92		75	65		95		99		90		99	
Nov.30.	92		85	71		97		99		90		100	
Dec.31.	92		91	75		99		99		90		100	
1992													
Mar.31.	71	53	94	92	25	91	38	94	25	30	72	99	4
Jun.21.	53	75	91	96	7	61	67	96	13	55	54	98	4
Aug.6.	48	75	96	83	16	48	70	98	14	55	62	98	3

由表 4. 知：各處理區在覆蓋作物種植初期覆蓋速度以狗牙根及兩耳草較快，其次爲地毯草及假儉草，在覆蓋作物覆蓋完密以前覆蓋率很顯著的影響水土流失量，且與其成反比，即覆蓋率愈高，水土流失量相對減少。在以頻繁人工拔除雜草之管理下，各處理區除自然雜草、兩耳草及類地毯草因割草覆蓋率遽降外，均能維持90%以上覆蓋率，覆蓋情形良好。惟自民國80年1月以後不再採頻繁人工除草，而任其自然生長，僅採每年割草2—3次之管理方式，各處理區覆蓋作物除百喜草、假儉草尙能維持良好的覆蓋率外，其他覆蓋作物覆蓋率均有下降現象，其中以地毯草、狗牙根、類地毯草下降較多，相對的雜草之覆蓋率呈上升趨勢，各覆蓋處理區中以百喜草及假儉草區之雜草較少。雜草慢慢侵入後使原有覆蓋作物覆蓋率降低，而失去良好草相，將影響其原有水土保持效益，造成對水土流失、土壤理化性負面影響，故在省工經營原則下，以何種管理方式才能維持良好的草相及水土保持效益，

應再進一步探究。

在各處理區覆蓋率測定之同時，亦進行覆蓋作物生育習性之觀察，根據測定結果顯示：覆蓋作物之植株高度以地毯草最低，假儉草次低，而以兩耳草、百喜草及自然雜草（本處理區以天竺草最多）較高，惟地毯草在南部冬季乾旱期枯黃嚴重，有礙綠美化，且地毯草、類地毯草及狗牙根較易老化。故就綠美化，覆蓋作物老化程度及植株低矮管理方便等考量，假儉草不失爲理想植生材料。

(五)土壤化學性測定

根據表1及表2所示，各處理之水土及養份流失量差異顯著，其土壤化學性可能隨之改變，故在試驗期間，按時採取土壤樣品，分別按1：1水土比例測定土壤 pH 值，以重鉻酸鉀法測定土壤有機質含量，以中性醋酸銨法測定土壤交換性鉀含量，以白雷氏第一法測定土壤有效磷含量（11，15）僅將試驗前後各處理土壤化學性測定結果列於表5：

表 5. 試驗前後各處理土壤化學性質比較

Table 5. Comparison of soil chemical properties before and after the experiment

處理 Treatment	pH值 pH-value		有機質 Organic matter (%)		有效態 P_2O_5 Available P_2O_5 (kg/ha)		有效態 K_2O Exchangeable K_2O (kg/ha)	
	1987	1992	1987	1992	1987	1992	1987	1992
A	4.30a*	4.76a	0.94a	1.31bc	34.2a	47.0bc	231a	176b
B	4.82a	4.75a	0.85a	1.27bc	35.1a	48.5bc	271a	167b
C	4.19a	4.79a	1.01a	1.26bc	41.5a	49.0bc	274a	162b
D	5.00a	4.68a	0.90a	0.65a	35.0a	34.5a	231a	136a
E	4.21a	4.61a	0.89a	1.10b	39.5a	43.1b	219a	211b
F	4.53a	4.80a	0.95a	1.40c	40.5a	52.5c	285a	228b
G	4.58a	4.80a	1.03a	1.18bc	38.1a	46.5bc	277a	189b
H	4.29a	4.60a	0.91a	1.41c	37.6a	47.1bc	264a	199b

* 鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。
Means in each column with the same letter are not significantly different at5% level (Duncan's New Multiple Range Test)

依表 5. 所示：(1)土壤 pH 值：試驗初期（1987年）及末期（1992年）之土壤 pH 值，各處理間差異均不顯著。五年間各處理之變化不大，清耕對照區及自然雜草覆蓋區略有降低現象，其他處理區則略有增加現象。(2)土壤有機質含量：在試驗初期之土壤有機質含量各處理間差異不顯著。而試驗末期之土壤有機質含量各處理間達顯著標準，以H處理區較高，F處理區次之，D處理區較低。土壤有機質含量五年間除清耕對照區有下降現象外，覆蓋處理區均有增加現象，由於覆蓋處理能減少水土流失，茂密的根系老化後提供了有機質來源。(3)土壤有效磷：試驗初期之土壤有效磷含量，各處理間差異不顯著。試驗末期各處理間土壤有效磷之差異已達顯著標準，而以F處理區較高，D處理區較低。一般磷肥較不易流失，五年間除清耕對照區略有降低外，其他各覆蓋處理區均有增加現象。(4)土壤交換性鉀：試驗初期之土壤交換性鉀含量，各處理間差異不顯著。試驗末期各處理間土壤交換性鉀之差異已達顯著標準，各處理以清耕對照區較低，覆蓋處理較高，而各覆蓋處理間差異不顯著，由於鉀肥較易隨水土流失，故清耕對照區土壤交換性鉀五年來下降較多，而覆蓋處理區雖水土流失較少，但因覆蓋作物不施肥且本身尙需消耗鉀肥，故均有限低現象。

(六)土壤物理性測定

試驗末期（1992年），測定各處理之土壤物理性質，包括土壤團粒體積中數粒徑、土壤飽和導水率、土壤假比重、土壤分散率、土壤孔隙率、土壤硬度，其結果如表6：

表 6. 各處理土壤物理性質測定

Table 6. The physical properties of the soil under various treatments

處理 Treatment	體積中數粒徑 Median diameter (mm)	導水率 Hydraulic conductivity (cm/min×10-3)	假比重 Bulk specific gravity	分散率 Dispersion ratio (%)	孔隙率 Porosity (%)	硬度 Hardness (mm)
A	2.4b*	4.7b	1.47bc	59b	44.8ab	13.7a
B	1.4ab	3.6ab	1.46abc	58b	45.1abc	15.5b
C	2.3b	4.3b	1.48bc	56b	44.2a	14.7b
D	0.2a	2.3a	1.51c	61b	43.0a	19.1c
E	1.2ab	4.5b	1.49c	60b	44.1a	14.9b
F	4.6c	9.5c	1.42ab	48a	46.6bc	13.5a
G	1.5ab	4.9b	1.46abc	57b	44.9abc	15.6b
H	5.0c	9.8c	1.40a	43a	47.2b	13.5a

＊鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。
Means in each column with the same letter are not significantly different at5% level (Duncan's New Multiple Range Test)

根據表6.顯示：(1)土壤團粒體積中數粒徑（Median diameter of soil aggregate）：各處理土壤樣品以多重溼篩法（16）測定土壤團粒體積中數粒徑，據表6知，各處理以H處理區及F處理區較高，D處理區較低，顯示百喜草區及假儉草區土壤團粒較穩定，可增大土壤孔度，促進土壤通氣及透水性，而降低逕流量。(2)土壤導水率（Hydraulic conductivity）：以直徑7公分高7.6公分之取樣筒在田間取樣，再以定水頭法(2)測定土壤飽和導水率，由表6知：各處理以H處理區及F處理區較高，D處理區較低，以與土壤滲透率測定結果吻合。(3)土壤假比重（Bulk specific gravity）及孔隙率（Porosity）：由表6知，各處理以H處理區及F處理區較低，D處理區較高，顯示以百喜草及假儉草覆蓋有利於土壤水分的滲透及土壤水分的保持。(4)分散率（Soil dispersion ratio）：由表6知各處理以H處理區及F處理區較低，而以D處理區較高，顯示百喜草及假儉草覆蓋區之土壤抗蝕力較佳。(5)土壤硬度（Soil hardness）：利用山中式土壤硬度計在田間自然環境下，測定各處理地下10公分位置之土壤硬度，各處理以H處理區及F處理較低，D處理區較高，與前幾項物理性測定結果一致。

由上述各項測定結果顯示，覆蓋作物種植後確能改善土壤物理性，覆蓋作物中又以百喜草及假儉草之改善效果最佳。

(七)土壤滲透測定

試驗末期採用圓筒法(8)在田間測定各處理區土壤滲透情形，本試驗區土壤滲透在5小時已趨穩定，故以5小時計算各處理滲透量，並以最初半小時之測定值計算最初滲透率，以第5小時之測定值計算最末滲透率，比較各處理間土壤滲透差異情形，測定結果如表7：

表 7. 土壤滲透量及滲透率測定結果

Table 7. Infiltration capacity and infiltration rate of the experimental soil

處 理 Treatment	滲 透 量 Infiltration capacity (cm/5hr)	最初滲透量 Initial infiltration rate (cm/hr)	最終滲透率 Final infiltration rate (cm/hr)
A	23.5b*	5.6b	2.6b
B	24.0b	5.8b	2.7b
C	24.6b	6.1b	2.9b
D	18.9a	4.6a	1.7a
E	31.3c	7.9c	3.2b
F	37.1d	11.8d	4.2c
G	29.3c	7.6c	3.1b
H	41.4d	12.7d	4.9c

＊鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。
Means in each column with the same letter are not significantly different at5% level (Duncan's New Multiple Range Test)

由表 7. 所示：各處理土壤滲透量、最初和最終滲透率均以H處理及F處理區較高，D處理區較低，此與上項土壤物性測定結果一致，覆蓋作物區由於根系老化後，在土壤中腐爛可增加土壤大孔度及增加土壤有機質含量促進土壤團粒的形成，故可改善土壤滲透。百喜草及假儉草覆蓋區之滲透性最佳，二者差異不顯著。

(八)荔枝生育調查

荔枝於民國77年1月種植，每年調查各處理樹冠直徑，樹高及幹圍，由於試驗期間遭遇颱風侵襲，故僅將81年1月調查結果列於表8：

表 8. 荔枝生育調查

Table 8. Investigat of litchi growth

處理 Treatment	項目 Item		
	樹高 Height (cm)	幹圍 Trunk diameter (cm)	冠徑 Grown diameter (cm)
A	156bc*	15.3abc	214abc
B	127a	11.5a	142a
C	163bc	17.2bc	233bc
D	154bc	16.2bc	225bc
E	148bc	16.3bc	232bc
F	170c	18.6c	228bc
G	173c	18.4c	259c
H	131a	13.7ab	162ab

* 鄧肯氏新多種變域分析，若英文字母相同者在5%水準不顯著。
Means in each column with the same letter are not significantly different at5% level (Duncan's New Multiple Range Test)

由表 8. 知，各處理荔枝栽植四年後各處理間之樹高，幹圍及冠徑差異均達顯著標準，各處理荔枝生育以類地毯草區及假儉草區較佳，而以百喜草及自然雜草區較差，由於自然雜草區以天竺草爲主，天竺草植株高大除了與主作物競爭養、水分外，亦影響陽光及空氣流通，以致荔枝幼齡期生育受到影響，百喜草區亦如天竺草區但較不嚴重，但百喜草茂密根系亦可能影響荔枝根群擴展。

結　論

本試驗各項調查結果顯示：坡地種植覆蓋作物之後較淸耕對照區最顯著的效果在能有效的減少水土及養份流失及改善土壤物理性，此外尙能維持或增進土壤肥力及有利於主作物之生育，而不同覆蓋作物間之水土保持效益亦有差異，各覆蓋處理中以百喜草、假儉草及狗牙根之水土保持效益較佳。本試驗百喜草水土保持效益與前人多項試驗結果一致均認爲是目前最具水土保持效益的覆蓋作物。狗牙根如未實施頻繁的人工除草管理時易被雜草侵入，不易維持良好的草相爲其缺點，且在改善土壤理化性之效果亦不若百喜草及假儉草。假儉草雖在減少水土及養份流失、改善土壤物理性及防止雜草侵入效果等略遜百喜草，但在統計上差異未達顯著標準，惟假儉草植株低矮，年割草次數少，不礙田間工作，又較利於荔枝生育爲其優點。故在與本試驗近似條件下的坡地荔枝園在山邊溝間距範圍內假儉草覆蓋值得採用。致於假儉草能否應用於陡坡地目前尙進行試驗中，另在省工經營原則下如何管理以維持假儉草良好草相及水土保持效益有待繼續探究。

參考文獻

1. 王孝才、張雙滿、程仲武、鄭慶生。1975。陡坡地果園覆蓋作物與敷蓋觀察。中華農學會報新 91：69—76。

2. 王孝才。1975。果園水土保持方法之導水率測定。中華農學會報新 92：127—131。

3. 陳清茂。1979。覆蓋與敷蓋對坡地土壤物理性質之影響。國立中興大學碩士論文 PP.49。

4. 莊作權、簡宣裕。1978。百喜草覆蓋與敷蓋對坡地土壤肥力之影響，中華水土保持學報 9(1)：57—66。

5. 張雙滿、鄭慶生。1974。果園敷蓋與覆蓋作物之研究第二報：坡地柑橘園覆蓋作物與敷蓋之水土保持效益。中華水土保持學報 5(1)：82—95。

6. 黃俊義。1978。覆蓋與敷蓋對坡地土壤肥力之影響。中華水土保持學報 9(2)：83—92。

7. 黃俊義、萬鑫森。1981。覆蓋及敷蓋對坡地土壤表面電荷量之影響，中華水土保持學報 12(2)25—35。

8. 萬鑫森。1969。植生及覆蓋對坡地土壤滲透性之影響。臺灣水土保持試驗研究彙刊（Ⅰ）：421—428。

9. 廖綿濬。1977。水土保持方法論叢。臺灣省山地農牧局專刊。

10. 廖綿濬、張賢明。1974。幼齡柑園水土保持方法。中華農學會報新 88：74—82。

11. 臺灣省農業試驗所。1981。作物需肥診斷技術。

12. 鄭慶生。1979。坡地芒果園覆蓋作物與敷蓋研究。中華水土保持學報 10(2)：131—144。

13. 簡宣裕、莊作權。1979。百喜草覆蓋與敷蓋對坡地土壤物理性及水土流失之影響。中華農學會報新 105：57—66。

14. 土壤物理性測定法委員會。1976。土壤物理性測定法。養賢堂。

15. Black, C.A.etal.1965.Methods of Soil Analysis (Part I and Part II) America society of Agronomy No. 9.

16. Gardner,W.E.1956.Representation of soil aggregate-size distribution by a logarithmic-normal distribution. Soil Sci Amer. Proc.20：151—153.

17. Lal,R.,G.F.Wilson, and B.N.Okigbo.1979.Changes in properties of an Alfisol produced by various crop covers. Soil Sci.127：377—383.

18. Lal,R.,D.De Neeschauwer, and R.M.Nganje.1980.Changes in properties of a newly cleared tropical Alfisol as affected ty mulching. Soil Sci.Soc.Am.J.44：827—833.

Effects of Different Cover Crops on Soil Properties and Soil and Water Losses on Sloping Litchi Orchard[1]

C. S. Cheng[2]

Summary

To select the best cover crop for litchi orchards on slopeland, the experiment was done in 1987-1992 to determine the effects of different cover crops on the soil properties, soil and water losses, litchi growth and growth and development of cover crops. Randomized complete block design was adopted with two replications and eight treatments. The results obtained are summarized as follows;

1. The trestments of cover with bahia grass and cover with centipede grass had the minimum soil and water loss, whereas the clean cultivation plot had the maximum.
2. The least amount of nutrient loss in run-off water was found in the plot covered with bahia grass; that covered with centipede grass, the second and largest amount was found in clean cul-tivation plot.
3. Best coverage was observed in the treatments of cover with bahia grass and cover with centipede grass.
4. The soil moisture content during the wet season indicated that higher amounts were found in the plots of cover with bahia grass and cover with centipede grass, and the lower amount was found in the clean cultivation plot.
5. The median diameter of aggregates, bulk specific gravity, dispersion ratio, porosity, hardness, and hydraulic conductivity of the soils were found to be the best in the treatments of cover with bahia grass and cover with centipede grass. In grass cover plot, increases in organic matter contents and available P were also measured.
6. The treatments of cover with carpet grass and cover with centipede grass give the best litchi growth.
7. Based on the aforementioned results, the treatments of cover with bahia grass as well as cover with centipede grass can provide soil erosion control effectively by full coverage, improve soil ghysical and chemical properties, and thus excellent effect for soil conservation. Therefore, for sloping litchi orchards, the most effective and economical conservation practice is to combine these cover crop treatments with hill-side ditching.

Key words : Cover crop, Soil property, Soil and water loss, Sloping litchi orchard.

1. Contribution No. 1655 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Soil Scientist, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station TARI, Fengshan, Taiwan 830.

64 中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 42(1)：64～73 (1993)

臺灣兩耳草分離的玉米矮化嵌紋病毒之分類特性[1](簡報)

鄧汀欽[2]　楊一郎[2]　陳主得[3]

摘要：從兩耳草 (sourgrass, *Paspalum conjugatum*) 上分離出來的一個甘蔗嵌紋病毒分離株 (SCMV-Sou)，經接種試驗，可以感染強生草 (johnsongrass, *Sorghum halepense*)，不感染甘蔗"CP31—294"，因此認為 SCMV-Sou 是一種玉米矮化嵌紋病毒 A 型系統 (MDMV-A)。比較其與玉米矮化嵌紋病毒 B 型系統 (MDMV-B) 及甘蔗嵌紋病毒 D 型系統 (SCMV-D) 對判別寄主的反應，結果各型病毒都不感染燕麥、大麥、及小麥等。接種高粱"Atlas"、"BTX398"、"NM31"及"Rio"等品種，亦可由病徵反應判別病毒類型。經測定 MDMV-A 之耐熱性(TIP)為50—55°C，耐稀釋性(DEP)為10^{-4}—10^{-5}，耐保存性 (LIV) 為1—2天。將病毒純化，進行膠體電泳分析測定鞘蛋白分子量為45.1K。並製成抗血清，進行免疫擴散試驗，雖有交互反應但可以區分 MDMV-A、MDMV-B、及 SCMV，利用免疫電子顯微鏡觀察，MDMV-A 經不同的病毒系統抗體捕捉與飾染，其鑑別的效果並不顯著，唯可明白看出長絲狀的病毒架構。以夾層抗體法進行酵素聯結抗體免疫分析，其間各型病毒抗血清經由異源抗原交互吸收，則可有效鑑別各型病毒系統。

關鍵詞：玉米矮化嵌紋病毒、甘蔗嵌紋病毒、兩耳草、強生草、分類特性。

1989年 Shukla 氏等將感染禾本科植物的一些 potyviruses 重新分類命名為：(1)Johnsongrass mosaic (JGMV，強生草嵌紋病毒包括甘蔗嵌紋病毒強生草系統 SCMV-JG 和玉米矮化嵌紋病毒 D 型系統 MDMV-D[20,21]，(2) Maize dwarf mosaic virus (MDMV，玉米矮化嵌紋病毒包括 SCMV -J及 MDMV-A、-D 、-E 、-F等) [12,20]，(3) Sugarcane mosaic virus (SCMV，甘蔗嵌紋病毒包括 MDMV-B 及 SCMV-A、-B、-D、-E、-SC、-BC、-Sabi 等) [20,22]，和(4) Sorghum mosaic virus (SrMV，高粱嵌紋病毒包括 SCMV-H、-I、-M) [20]。此一新的分類系統在1990年即被引用，且把歐洲的玉米嵌紋病毒 (Maize mosaic virus MMV-Et 歸為 MDMV[23]，美洲的 MDMV-KS1歸為 JGMV[16]的系統。

在臺灣有關這類病毒的發生，溯自1923年臺灣製糖株式會社甘蔗試驗成績報告中，三宅氏於1915年即已發現甘蔗黃條病，即是後來所謂的嵌紋病[6]。1950年劉氏利用栽培品種的甘蔗當判別寄主，發現臺灣甘蔗嵌紋病病原類型有四：短條型 (short stripe type) 、壞疽型 (necrotic type) 、黃條型 (yellow stripe type) 、 (碎條型 (fine stripe type) [5]。1980年 Gillaspie 氏等報告中將短條型認為是 SCMV-B，黃條型是 SCMV-A ，壞疽型及碎條型皆是SCMV-A 和 SCMV-B混合感染所致，另又發現此時普遍發生的紅甘蔗分離株 (Badila cane isolate) 是 SCMV-D[13]，同年曾氏認為玉米嵌

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1656 號。本研究承農委會79農建—7.1—糧—64(12)及80農建—7.1—糧—85(8)計畫補助，謹致謝忱。文中免疫電顯部分試驗係第一作者在日本東京大學研習期間完成，感謝士崎常男教授、難波成任博士、平塚和之博士等之教導。
2. 本所植物病理系助理研究員、副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 臺灣糖業研究所植物保護系研究員。臺灣省　臺南市。

紋病的病原亦是SCMV(1)，1985年吾人發現並鑑定臺灣玉米上的MDMV-B(3)，1986年徐氏報告兩耳草嵌紋病的病原是SCMV的系統(SCMV-Sou)(14)，1987年我們根據血清試驗，將本省現有感染禾本科的 potyviruses 分成三群：(1)SCMV-A、-B、-D，(2)MDMV-B，(3) SCMV-Sou(8)，後來因試驗中發現 SCMV-Sou對強生草的致病力，因此在1990年我們將之歸爲 MDMV-A(11)，本文即爲此進一步闡釋其分類特性並報告其抗血清鑑別之效果。

材料與方法

㈠病毒來源與保存

採集臺中地區具有嵌紋病徵的兩耳草（sourgrass, *Paspalum conjugatum* Berg.），如圖 1 A，取葉片汁液接種到臺南5號玉米，當爲甘蔗嵌紋病毒兩耳草分離株（SCMV-Sou）。由玉米嵌紋病株分離的玉米矮化嵌紋病毒 B 型系統（MDMV-B）(2)和感染甘蔗的各個甘蔗嵌紋病毒系統（SCMV-A、-B、-D、-S.1）(3,13)也都接種到溫室中臺南五號玉米上保存，進行以下比較試驗。

㈡寄主範圍及反應試驗

上述各型病毒系統，分別接種燕麥（Oat, *Avena sativa* L.）cvs.”臺大選1號”、”Clintland”、薏苡（Job's tears, *Coix lacryma-jobi* L.）cv.”臺中選育3號”、大麥（Barley, *Hordeum vulgare* L.）cv.”中興2號”、水稻（Rice, *Oryza sativa* L.）cv.”臺農67號”、兩耳草（Sourgrass, *Paspalum conjugatum* Berg.）、甘蔗（Sugarcane, *Saccharum officinarum* L.）cv.“CP 31—294”、小米(Foxtail millet, *Setaria italica* Beauv.) cv.”臺東選2號”、高粱（Sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench） cvs. ”Atlas”、”BTX398” ”NM ”及”Rio”、強生草（Johnsongrass, *Sorghum halepense* (L.) Pers.）、小麥（Wheat, *Triticum sativus* L.）cv.”臺中選2號”、玉米（Maize, *Zea mays* L. ）cvs.”Honey 236”、”SW558”、及”臺南5號”等，測定其寄主反應。植株均種在玻璃溫室內，按一般病毒機械接種法，於苗期進行接種，以後逐日觀察病徵，記錄接種葉及新生葉之病徵，無病徵者採其葉片進行酵素聯結抗體免疫分析（ELISA），以確定是否爲無病徵感染（symptomless infection）。

㈢病毒體外抗性之測定

SCMV-Sou 接種於臺南5號玉米三週後，經 ELISA 測定呈陽性反應者，取其葉片，以10倍量 phosphate buffer 淬取病毒粗汁液，進行病毒體外抗性之測定：

1. 利用55、60、65、70、75、80°C水浴處理10分鐘，冷卻後接種臺南5號玉米，測定其耐熱性（thermoinactivation point, TIP）。

2. 經10^{-1}、10^{-2}、10^{-3}、10^{-4}、10^{-5}系列稀釋後接種臺南5號玉米，測定其耐稀釋性（dilution end point, DEP）。

3. 病毒粗汁液分裝於小試管保存在24°C恆溫箱中，每日取出一管接種臺南5號玉米，測定其耐保存性（longevity in vitro, LIV）。

㈣病毒純化、抗血清製備

將 SCMV-Sou 接種於臺南5號玉米繁殖三週後，依照以往純化方式(10)，進行病毒純化並製成抗血清。

㈤病毒鞘蛋白（coat protein）分子量之測定

取純化的病毒材料，以 sodium dodecyl sulfate (SDS) 處理後進行膠體電泳分析（SDS-polyacrylamide gel electrophoresis, SDS-PAGE）(15)，以 Sigma SDS-6H kit標示蛋白質分子量，並和其他病毒系統比較鞘蛋白之相對分子量。

㈥免疫擴散試驗

依往常 SDS-immunodiffusion 之方式[3,18]，在9cm的培養皿配製瓊脂平板，挖出直徑6mm的小穴，分別加入抗血清與抗原各約30μ1，保存室溫下，讓其雙向擴散，觀察2—3天記錄沈澱帶之生成。

(七)免疫電子顯微鏡觀察

取部份純化的 SCMV-Sou 材料，依范氏 PA-ISEM 的步驟[7]，先以 protein A (0.1mg/ml) 處理 grid, 再經抗體捕捉 (Traping) 及飾染 (Decoration)，洗淨後，經2%phosphotungstic acid 染色，以電子顯微鏡 (Hitachi H800) 觀察。

(八)免疫酵素分析

以夾層抗體法 (double antibody sandwich, DAS) 進行酵素聯結抗體免疫分析 (Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)[9]，其間各型病毒抗血清經由異源抗原交互吸收 (cross-absorption)[3]，期以鑑別各型病毒系統。

結　果

(一)寄主範圍及反應試驗

SCMV-Sou 經接種試驗，可以感染強生草（圖 1 B），不感染甘蔗 CP31—294，因此認爲兩耳草型甘蔗嵌紋病毒即是一種玉米矮化嵌紋病毒 A 型系統 (MDMV-A)。比較其與 MDMV-B 及 SCMV-D 對判別寄主的反應，結果各型病毒都不感染燕麥、大麥、及小麥等。接種”Atlas”高粱，除 MDMV-B 外都會引起壞疽病徵（圖 1 D），在”BTX398”及”NM31”高粱上，唯有 MDMV-A 接種後的病徵較明顯（圖 1 E、F），而在”Rio”高粱的接種葉都有局部壞疽斑點，並形成系統性嵌紋（圖 1 C），偶而有系統性壞疽病徵，但 MDMV-B 有時僅是局部感染”Rio”植株。此外對臺東選2號小米，MDMV-A 與 MDMV-B 皆造成嵌紋及壞疽現象，SCMV-D 則較無致病力；對臺中選育3號薏苡，則以 SCMV-D 有病原性而 MDMV-A 及 MDMV-B 皆無；其他寄主反應則如表 1 所示。

(二)病毒體外抗性

經測定 MDMV-A 之各項特性如下：

1. 耐熱性 (TIP) 爲50—55°C
2. 耐稀釋性 (DEP) 爲10^{-4}—10^{-5}
3. 耐保存性 (LIV) 爲1—2days。

(三)病毒鞘蛋白分子量

經 SDS-PAGE 測定各病毒系統鞘蛋白，其分子量分別約爲45.1K (MDMV-A)、34.7K (MDMV-B)、42.6K (SCMV-A)、43.2K (SCMV-B)、40.3K (SCMV-D)、及42.6K (SCMV-S1)。

(四)抗血清製備與反應力價

經免疫擴散試驗之結果，測定各病毒系統抗血清與其同源 (Homologous) 或異源 (Hoterologous) 抗原形成沈澱帶的反應力價，列於表 2。

(五)病毒間交互反應力 (Cross-reactivity) 與血清類緣

在免疫擴散試驗中，各病毒系統與其同源或異源抗血清形成的反應，如圖 2 所示。SCMV-A、-B、-D、及-S1之間都是融和的沈澱帶，MDMV-B 與其他系統之間都形成叉狀沈澱帶，MDMV-A 則只與同源抗血清形成沈澱帶。

表1. 玉米矮化嵌紋病毒 A 型系統 (MDMV-A) 、B 型系統 (MDMV-B) 、
及甘蔗嵌紋病毒 D 型系統 (SCMV-D) 接種供試植物之反應

Table 1. Reactions of tested plants inoculated with maize dwarf mosaic virus strain A, B, or sugarcane mosaic virus strain D

供試植物 (Tested plants)	MDMV-A[1]	MDMV-B[1]	SCMV-D[1]
燕麥 *Avena sativa* L.	[2]		
(Oat) cv." 臺大選1號"	−/−	−/−	−/−
" Clintland"	−/−	−/−	−/−
薏苡 *Coix lacryma-jobi* L.			
(Job' s tears) cv." 臺中選育3號"	(1)/−	(1)/−	1/m
大麥 *Hordeum vulgare* L.			
(Barley) cv." 中興2號"	−/−	−/−	−/−
水稻 *Oryza sativa* L.			
(Rice) cv." 臺農67號"	(1)/−	(1)/−	−/−
兩耳草 *Paspalum conjugatum* Berg.			
(Sourgrass)	1/M	−/−	−/−
甘蔗 *Saccharum officinarum* L.			
(Sugarcane) cv." CP31—294"	−/−	−/−	−/M
粟 *Setaria italica* Beauv.			
(Foxtail millet) cv." 臺東選2號"	NM/NM	NM/NM	1/M
高粱 *Sorghum bicolor* (L.) Moench			
(Sorghum) cv." Atlas"	N/N	N/−	N/N
" BTX398"	−/M	−/−	−/(M)
" NM31"	NL/M	NL/(M)	−/(M)
" Rio"	NL/NM	NL/(M)	NL/M
強生草 *Sorghum halepense* (L.) Pers.			
(Johnsongrass)	−/(m)	−/−	−/−
小麥 *Triticum sativus* L.			
(Wheat) cv." 臺中選2號"	−/−	−/−	−/−
玉米 (Maize, *Zea mays L.*)			
cv." Honey 236"	1/M	1/M	1/M
" 臺南5號"	1/M	1/M	1/M
" 臺農1號"	(1)/(M)	1/M	(1)/(M)
" SW558"	−/−	(1)/(M)	−/−

1 MDMV-A：玉米矮化嵌紋病毒 A 型系統 A strain of maize dwarf mosaic virus
MDMV-B：玉米矮化嵌紋病毒 B 型系統 B strain of maize dwarf mosaic virus
SCMV-D：甘蔗嵌紋病毒 D 型系統 D strain of sugarcane mosaic virus.
2 接種葉/新生葉之病徵 Symptom of inoculated leaves /systemic symptom.
( )＝偶然發生的病徵 Symptoms developed contigently, −＝無病徵且無病毒感染 symptomless and no virus was detected by ELISA, 1＝潛伏感染 latent, m＝微嵌紋 mild mosaic, M＝嵌紋 mosaic or mottle, N＝壞疽 necrosis, NL＝壞疽斑 necrotic lesions.

表2. 玉米矮化嵌紋病毒與甘蔗嵌紋病毒各型系統抗血清經免疫擴散試驗測得之力價

Table 2. Titers of antisera against strains of maize dwarf mosaic and sugarcane mosaic viruses in SDS-immunodiffusion tests

抗血清	抗原 Antigen					
Antiserum	MDMV-A	MDMV-B	SCMV-A	SCMV-B	SCMV-D	SCMV-S1
MDMV-A	1	0	0	0	0	0
MDMV-B	4	8	2	2	1	1
SCMV-A	0	0	2	2	1	1
SCMV-B	0	0	2	2	2	2
SCMV-D	0	0	2	2	2	2
SCMV-S1	2	2	4	4	4	4

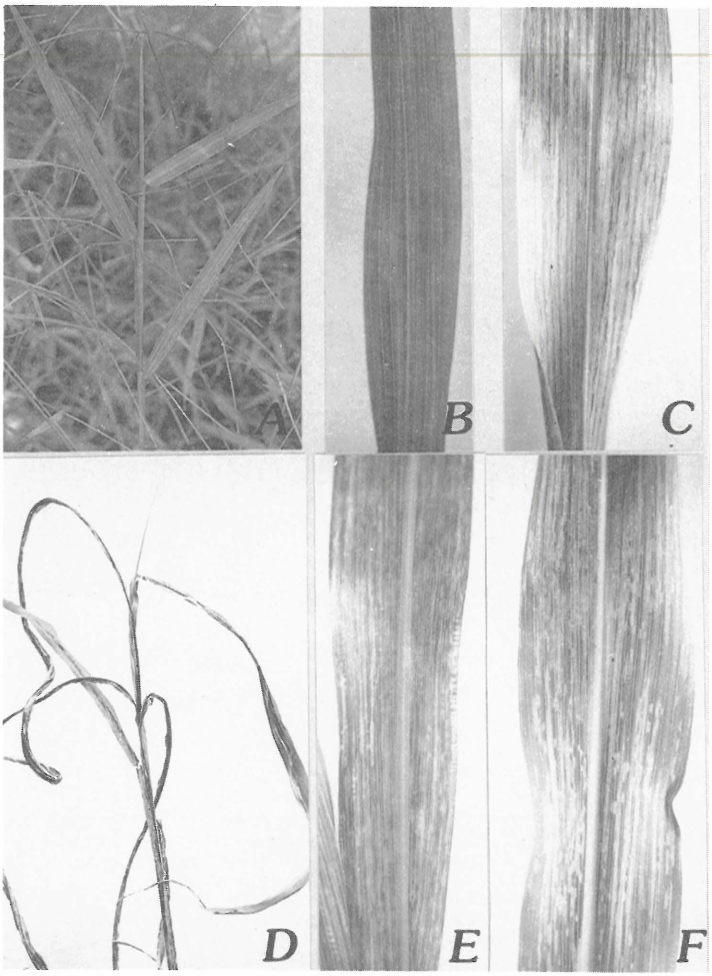

圖1. 田間兩耳草嵌紋病徵（A），MDMV-A 接種強生草之病徵（B），MDMV-A 接種高粱 cv.” Rio” 之病徵（C），MDMV-A 接種高粱 cv.” Atla” 之病徵（D），MDMV-A接種高粱 cv.” BTx” 之病徵（E），MDMV-A 接種高粱 cv. ” NM31” 之病徵（F）。

Fig. 1. Naturally occurring mosaic symptoms on sourgrass (A) ,and symptoms induced by inoculation with maize dwarf mosaic virus strain A on johnsongrass (B) , on sorghum cvs. ” Alta” (C) ,” BTx” (E) ,and ” NM31” (F) .

㈥免疫電子顯微鏡觀察

如圖 3 所示，MDMV-A 經不同的病毒系統抗體捕捉與飾染，其鑑別的效果並不顯著，唯可明白看出長絲狀的病毒架構。

㈦免疫酵素分析

MDMV-A 抗血清經以 MDMV-B 吸收，MDMV-B 抗血清經以 SCMV-S1 吸收，及 SCMV-S1 抗血清經以 MDMV-B 吸收後，所製成的抗體分別與各型病毒系統反應，其結果如表 3，可以鑑別出三種不同的病毒。

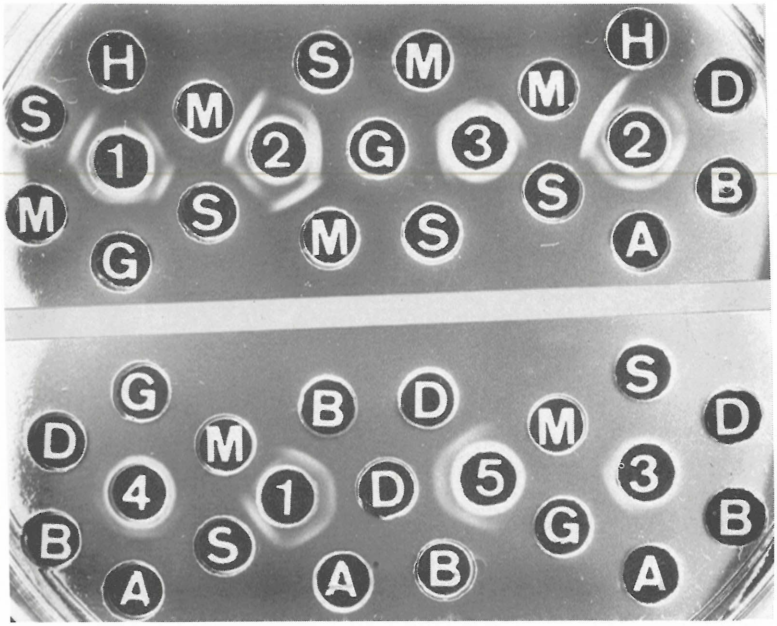

圖2. 各型玉米矮化嵌紋病毒和甘蔗嵌紋病毒系統進行瓊脂擴散反應之結果。

Fig. 2. Reactions of strains of maize dwarf mosaic virus and sugarcane mosaic virus in SDS-immunodiffusion test. Wells were charged with antiserum against SCMV-S1 (1) MDMV-B (2) ，MDMV-A (3) ，SCMV-A (4) ，and SCMV-D (5) ；antigens of SCMV-S1 (S) ，MDMV-B (M) ，MDMV-A (G) SCMV-A (A) ，SCMV-B (B) , SCMV-D (D) , and healthy sap (H) were involved.

表3. MDMV-A、MDMV-B、及 SCMV-S1 抗血清經由異源抗原交互吸收後與感染高粱的各型病毒進行酵素聯結抗體免疫分析之反應值[1]

Table 3. ELISA values of MDMV-A, MDMV—B, and SCMV-S1, which in leaf sap of inoculated sorghum plants, reacted with antibodies derived from antisera cross-absorbed with heterologous antigen.

感染高粱的各型病毒 Viruses infected sorghum	稀釋倍數 Sap Dilutions	抗　體　Antibodies		
		M-A/M-B[2]	M-B/S-1[3]	S-1/M-B[4]
MDMV-A	1/10	>2.999	0.303	0.045
	1/100	>2.999	0.179	0.033
	1/1000	0.491	0.047	0.031
MDMV-B	1/10	0.788	>2.999	0.037
	1/100	0.394	>2.999	0.021
	1/1000	0.065	0.598	0.023
SCMV-S1	1/10	0.367	0.163	>2.999
	1/100	0.130	0.048	0.937
	1/1000	0.001	−0.007	0.258
MDMV-A and MDMV-B (mixed)	1/10	2.250	>2.999	0.070
	1/100	1.797	1.813	0.051
	1/1000	0.323	0.418	0.023
MDMV-B and SCMV-S1 (mixed)	1/10	0.754	2.168	2.075
	1/100	0.225	1.198	0.676
	1/1000	0.035	0.418	0.134
MDMV-A and SCMV-S1 (mixed)	1/10	2.193	0.324	2.163
	1/100	1.816	0.167	0.724
	1/1000	0.423	0.037	0.130
MDMV-A，MDMV-B and SCMV-S1 (mixed)	1/10	2.998	>2.999	1.563
	1/100	1.994	1.391	0.532
	1/1000	0.295	0.360	0.107
Healthy CK	1/10	0.025	−0.016	0.033

1 以夾層法進行酵素聯結抗體免疫分析，其值爲 A 405nm
A 405nm determined by double antibody sandwich method. All kinds of IgG were used at 1μg/ml for coating, and alkaline phosphatase conjugated IgG diluted 1/1000 was used in each test.
2 M-A/M-B：Antiserum against MDMV-A cross-absorbed with MDMV-B.
3 M-B/S-1：Antiserum against MDMV-B cross-absorbed with SCMV-S1.
4 S-1/M-B：Antiserum against SCMV-S1 cross-absorbed with MDMV-B.

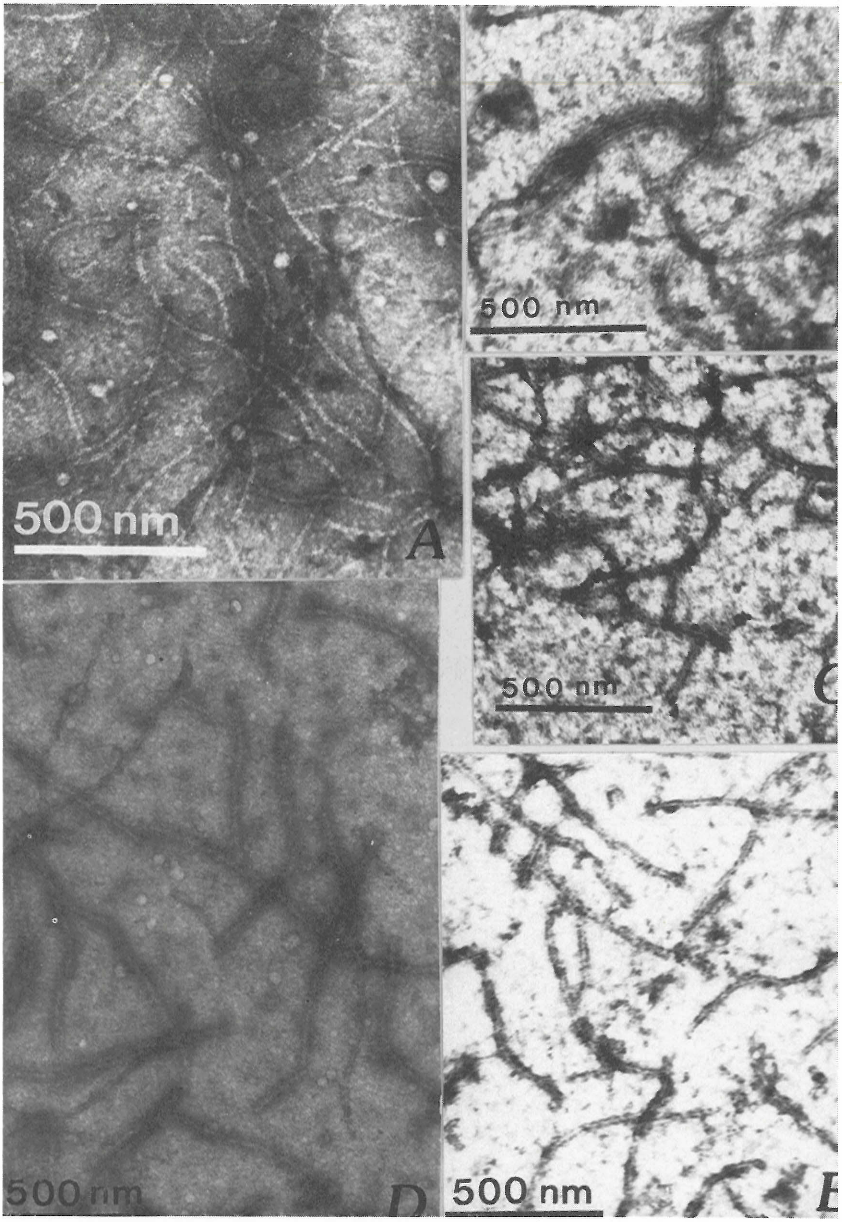

圖3. 免疫電子顯微鏡觀察 MDMV-A 經不同的病毒系統抗血清捕捉與飾染之結果。

Fig. 3. Effects of MDMV-A traped and decorated by antisera of a Japanese isolate of SCMV (A), MDMV-A (B), MDMV-B (C), SCMV-D (D), or SCMV-S1 (E) in immune electron microscopy.

討　　論

目前感染禾本科植物的四種 potyviruses--JGMV、 MDMV、 SCMV 和 SrMV

，其間之鑑別主要仍以寄主範圍及病害反應爲準[23]。本試驗的 SCMV-Sou 雖會感染強生草（故不爲 MDMV-B或 SCMV），但並不是強生草上原生的病毒，且不感染燕麥，因此不屬於 JGMV，其對高粱的病原性較強，但並無紅葉的病徵，也不屬於 SrMV。此外，雖然美國的 MDMV-A 在接種試驗中並不能感染兩耳草[19]，且從日本石垣島的兩耳草所分離出來的病毒報告是屬 SCMV-A[17]，但我們仍認爲臺灣的 SCMV-Sou 是屬於 MDMV 的系統，其特性類似 MDMV-A。即使病毒抗血清間有交互反應力，利用免疫擴散試驗及免疫酵素分析都可以鑑別本省現有的病毒：MDMV-A、MDMV-B、及 SCMV等，唯有免疫電顯鑑別病毒的效果較差，但由結果可以觀測到病毒顆粒，證實其 potyvirus 的特性。致於病毒鞘蛋白分子量的估計，因對照之標準不同，而前後試驗之結果有異[8]，但是 MDMV-A每次試驗之結果都大於各個 SCMV 及 MDMV-B。

兩耳草在本省蔓延散佈極廣，不僅是一般田間雜草，在公路綠地、校園庭院、球場、荒地等亦多是兩耳草，其中常見有嵌紋病徵的族群分佈，隨著走莖及蚜蟲傳播，病毒亦隨之擴大散佈，因此該病毒對禾本科經濟作物的影響極待瞭解。

參考文獻

1. 曾建銘。1980。臺灣玉米嵌紋病研究。玉米研究中心研究彙報 14：43—53。
2. 鄧汀欽。1985。玉米矮化嵌紋病毒 B 型系統之鑑定與抗病檢定。中華農業研究 34：195—206。
3. 鄧汀欽。1987。臺灣玉米矮化嵌紋病毒 B 型系統與甘蔗嵌紋病毒系統之病原性、血清學及其發生之研究。植保會刊 29：123—133。
4. 鄧汀欽、楊一郎、蔡淑娓。1989。嵌紋病對玉米生育之影響及篩選抗病品系應用於田間之效益。中華農業研究 38：446—457。
5. 劉錫彬。1950。臺灣甘蔗嵌紋病病原之研究。Ⅰ.生理型之鑑定。臺糖試研報 6：72—98。
6. 羅宗爵。1947。臺灣之甘蔗嵌紋病。蔗研 1（1）：33—46。
7. 范永堅。1987。イネ科植物ウイルスの發生生態ならびに分類學的性狀に關する研究。日本東京大學博士論文。
8. Chen, C. T., Deng, T. C., and Chang, C. A. 1987. Sugarcane mosaic in Taiwan. III. Serological relationships and coat protein of SCMV strains. Reptr. Taiwan Sugar Res. Inst. 118：13—21。
9. Clark, M. F., and Adams, A. N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. J. Gen. Virol. 34：475—483。
10. Deng, T. C., and Huang, C. H. 1986. Purification and antiserum preparation of maize dwarf mosaic virus. J. Agric. Res. China 35：350—359。
11. Deng, T. C., Yang, I. L., and Chen, C. T. 1990. Characterization of maize dwarf mosaic virus strain A isolated from sourgrass in Taiwan. Plant Prot. Bull. (Taiwan)32：344—335.(Abstr.)
12. Ford, R. E., Tosic, M., and Shukla, D. D. 1989. Maize dwarf mosaic virus. A. A. B. Descriptions of plant viruses. No.341.
13. Gillaspie, A. G. Chen, C. T., Mock, R. C. and Harris, R. W. 1980. Sugarcane mosaic virus strains in Taiwan. Proc. ISSCT 17：1505—1509.
14. Hsu, Y-H., and Hung, Y-L. 1986. Properties of sourgrass strain of sugarcane mosaic virus. Plant Prot. Bull. (Taiwan)28：449.(Abstr.)
15. Laemmli, U. K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature 227：680—685.

16. Mckern, N. M. Whittaker, L. A., Strike, P M., Ford, R. E., Jensen, S. G., and Shukla, D. D. 1990. Coat protein properties indicate that maize dwarf mosaic virus-KS1 is a strain of johnsongrass mosaic virus. Phytopathology 80 : 907—912.

17. Ohtsu, Y., and Gomi, T. 1985. Strain A of sugarcane mosaic virus isolated from sour grass in Ishigaki island, Okinawa, Japan. Ann. Phytopath. Soc. Japan 51 : 616—622.

18. Purcifull D. E. and Batchelor D. L. 1977. Immunodiffusion tests with sodium dodecyl sulfate (SDS)-treated plant viruses and plant viral inclusions. Agric. Expt. Sta., Univ. Fla. Bulletin 788, 39p.

19. Rosenkranz, E. 1987. New hosts and taxonomic analysis of the Mississippi native species tested for reaction to maize dwarf mosaic and sugarcane mosaic viruses. Phytopathology 77 : 598—607.

20. Shukla, D. D., Tosic, M., Jilka, J., Ford, R. E., Toler, R. W., and Langham, M. A. C. 1989. Taxonomy of potyviruses infecting maize, sorghum, and sugarcane in Australia and the United States as determined by reactivities of polyclonal antibodies directed towards virus-specific N-termined of coat proteins. Phytopathology 79 : 223—229.

21. Shukla, D. D., and Teakle, D. S. 1989. Johnsongrass mosaic virus. A. A. B. Descriptions of plant viruses. No.340.

22. Teakle, D. S., Shukla, D. D., and Ford, R. E. 1989. Sugarcane mosaic virus. A. A. B. Descriptions of plant viruses. No. 342.

23. Tosic, M., Ford, R. E., Shukla, D. D., and Jilka, J. 1990. Differentiation of sugarcane, maize dwarf, johnsongrass, and sorghum mosaic viruse based on reactions of oat and some sorghum cultivars. Plant Dis. 74 : 549—552.

Taxonomic properties of a sourgrass isolate of maize dwarf mosaic virus in Taiwan[1] (*Research Note*)

T. C. Deng[2], I. L. Yang[2] and C. T. Chen[3]

Summary

A virus (SCMV-Sou) isolated from naturally occuring sourgrass (*Paspalum conjugatum*) in Taiwan was identified as maize dwarf mosaic virus strain A (MDMV-A). That SCMV-Sou was infectious to johnsongrass (*Sorghum halepense*) but not to sugarcane, oat, barley, and wheat in the host range test was the criterion for its designation as MDMV-A. It also could be differentiated MDMV-A from MDMV-B or other strains of sugarcane mosaic virus (SCMV) by symptom expressed on sorghum cvs. Atlas, BTX398, NM31 and Rio. The virus was propagated and assayed in corn cv."Tainan No.5"; thermal inactivation point (TIP) was 50-55°C, dilution end point (DEP) was 10^{-4}—10^{-5}, and longevity in vitro (LIV) was 1-2 days. Molecular weight of capsid protein estimated by SDS-PAGE is 45,100 daltons. Antisera against MDMV-A, MDMV-B, SCMV-A, SCMV-B, and SCMV-D were respectively prepared. Serological reactions indicated that MDMV-A was discernible from MDMV-B or other strains of SCMV in SDS-immunodiffusion tests even though cross-reactivities among these viruses were existed. The effects of traping and decoration in immunosorbent electron micoscopy (ISEM) did not clearely distinguish these viruses from each other; but a lot of filamentous particles in partially purified preparation of MDMV-A were observed. MDMV-A, MDMV-B, and strains of SCMV were individually detected by DAS-ELISA with each antiserum cross-absorbed with heterologous antogen.

Key words: Maize dwarf mosaic virus, Sugarcane mosaic virus, Sourgrass, Johnsongrass, Taxonomy.

---

1. Contribution No. 1656 from Taiwan Agricultural Research Institute. This research was supported in part by grants from Council of Agriculture, Exective Yuan, ROC.
2. Assistant Plant Pathologist and Assocoiate Plant Pathologist, respectively, Department of Plant Pathology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.
3. Plant Pathologist, Department of Plant Protection, Taiwan Sugar Research Institute, Tainan, Taiwan, ROC.

內生菌根菌 *Glomus clarum* 應用在洋香瓜生產上之效益評估[1]

程永雄[2]　莊明富[2]　杜金池[3]

摘要：內生菌根菌*Golmus clarum* 經盆栽試驗證明與洋香瓜根系具有親和性，當被感染之根部形成內生菌根時，能促進根群發育，增加根部對磷肥等要素之吸收能力，促進植株生長。接種盆栽宿主植物繁殖內生菌根菌接種源是目前唯一可行途徑。在供試五種植物玉米、營多藤、百喜草、百香果及洋香瓜等，以洋香瓜及玉米爲*G. clarum*之適當宿主。本研究建立內生菌根菌接種源生產體系，以多年生百喜草盆栽保存純種，以盆栽玉米繁殖原種，以大型栽培床之洋香瓜（或玉米）大量繁殖內生菌根菌，收集培養土風乾裝袋而成接種源。在實際應用上，採用苗期接種，培養洋香瓜內生菌根苗，當內生菌根苗移植於本田，即可將菌種帶到田間，發揮內生菌根之功能，表現其有益效應。在簡易溫網室及 PE 塑膠布隧道式之洋香瓜生產上，內生菌根植株生長快速整齊，與對照比較可提早七天開花結果與採收，並提高果品品質。經濟效益分析內生菌根菌應用在簡易溫網室洋香瓜生產上，每0.1公頃可增加淨收益約22,700元，在 PE 塑膠布隧道洋香瓜，每0.1公頃則可增加淨收益約16,300元。在簡易溫網室栽培洋香瓜，由於內生菌根植株根群發育健康，配合後續營養之供給及栽培技術之改進，使洋香瓜宿根栽培成功。

關鍵詞：洋香瓜、內生菌根、簡易溫網室、PE塑膠布隧道式、*Glomus clarum*。

內生菌根菌（vesicular－arbuscular mycorrhizal fungi,VAMF）被發現與重要農作物發生密切關係，當 VAMF 感染作物根部，形成內生菌根（VA－mycorrhizae）往往能產生有益效應，對作物生長有助益[6,10,120]而引起許多學者之研究興趣，以期將內生菌根菌開發成微生物肥料（biofertilizer）到達實際應用之目的。

筆者從事內生菌根菌之開發研究多年，並篩選優良菌種*Glomus clarum*，經盆栽接種試驗證明內生菌根菌與玉米、大豆、蘆筍、西瓜及洋香瓜等作物之根系具有親和性，感染根部形成內生菌根，能促進根群發育，增加根部之吸收面積，促進根部對磷肥等要素之吸收能力，增進植物生長[2,3]，於民國72年首次進行玉米及大豆田間接種試驗，也獲得類似結果，在生長初、中期能促進植株生長，提高單位面積產量，尤其是在砂質土壤低磷肥試區更能表現內生菌根之效益[1]，惟田間接種需消耗大量的內生菌根菌接種源，而菌種在田間之大環境下又難確定高度的接種成功率及不易於建立新的族群。

有鑑於此，自民國75年起改變研究對象，從事內生菌根菌對較密集管理之洋香瓜生產事業上之應用研究，並評估其效益。若能在育苗期即先行接種，在人爲控制環境下，讓內生菌根菌在根部感染成功，形成內生菌根，再將內生菌根株苗移植於本田之簡易設施 PE 塑膠布隧道式栽培或簡易溫網室栽

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1658 號。本研究承農業委員會補助經費，謹致謝意。
2. 本所嘉義農業試驗分所研究員兼分所長及助理。臺灣省　嘉義市。
3. 本所所長。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

培，即可將內生菌根菌帶到田間並建立其族群，發揮內生菌根之功能，表現其有益效應，提高單位面積產量與果品品質，以期增加農民收益，爲本研究之報告內容。

材料及方法

一、大量繁殖內生菌根菌之適當宿主（host）篩選

爲解決內生菌根菌接種源供應之問題，必需尋找適當宿主進行大量繁殖。供試內生菌根菌宿主植物有玉米、營多藤、百香果、百喜草及洋香瓜等，將此等植物之種子經表面消毒後催芽，發芽後之幼苗移植於含20%泥炭土之砂質土中種植，每盆種植三棵幼苗，並同時在植穴處接種內生菌根菌 *Glomus clarum*厚膜孢子500個，接種之幼苗放置於網室內（28±4°C），按一般栽培法管理之，並每隔一個月每栽盆施用5公克臺肥39號複合肥料（氮12%，磷酐18%，氧化鉀12%）。於移植後三個月，採集土樣，依篩網傾注法[4]調查土壤中厚膜孢子數及採取根段，經透化染色調查菌根形成率[11]，以比較各宿主植物之差異。

二、利用內生菌根菌培育洋香瓜健康苗

以馬糞紙育苗杯（Jiffypots）裝培養土河砂與雞糞堆肥(4:1)約八分量，澆水濕潤後，接種內生菌根菌培養土（含50個厚膜孢子），播種經催芽處理之洋香瓜種子後再行覆土，放置於簡易溫網室（中型棚架式）中培養之，按一般栽培法管理，於14天後調查植株成活率及菌根形成率。

三、內生菌根菌應用在洋香瓜生產上之效益評估

爲明瞭內生菌根菌實際應用於洋香瓜生產上之效益，分別在嘉義溪口鄉擇簡易溫網室栽培（中型棚架式）乙處及臺南市安南區 PE 塑膠布隧道式栽培二處。爲確定洋香瓜根系感染內生菌根菌，於是採行苗期接種，培育內生菌根苗，並設對照非內生菌根苗。溪口鄉簡易溫網室栽培，於植畦上搭建 PE 透明塑膠布中型隧道棚架（4.3公尺寬×1.8公尺高×100公尺長）。整地時每0.1公頃添加有機堆肥300公斤，烏肥30公斤，臺肥36號複合肥料160公斤，每隧道設二植畦，畦上覆銀白色塑膠布，行距2公尺，株距60公分，採一株留二蔓，每0.1公頃種植900株。按一般栽培法管理之，定期調查植株生長情形，並記錄生產成本及產量、產值，以評估內生菌根對洋香瓜生產之效益。

四、內生菌根菌對洋香瓜宿根栽培之助益

利用簡易溫室栽培洋香瓜，配合內生菌根菌之應用及有機堆肥之施用，於一期作採收後，去除地上莖蔓，促進地際部產生新梢，並疏拔枝條，最後僅剩二蔓，按一般栽培法管理之，調查內生菌根菌對洋香瓜宿根栽培之效益。

結　　果

一、利用適當宿主繁植內生菌根菌，建立微生物肥料內生菌根菌接種源之生產體系

以玉米、營多藤、百香果、百喜草及洋香瓜等五種植物供試，進行 *G. clarum* 盆栽接種試驗，三個月後調查結果顯示，肉質根植物比木質根植物較適合內生菌根菌之侵染，玉米根段內生菌根形成率達100%，洋香瓜菌根也達97%，而營多藤菌根則僅68%；土壤中厚膜孢子回收數也以洋香瓜最高，每百毫升土中有1567個孢子，其次爲百喜草589個及玉米478個，而營多藤則僅67個（圖1）。

內生菌根菌爲一種絕對寄生菌，在沒有適當培養基發展出來以前，盆栽適當宿主植物繁殖菌種爲一可行途徑，經多年試驗成果累積，建立內生菌根菌接種源生產體系，利用多年生植物百喜草盆栽保存原原種（純種），再利用大型盆栽玉米繁殖接種源（原種），待植株生長三個月內生菌根菌在土壤中繁殖多量孢子後，採集培養土經風乾，測定內生菌根菌厚膜孢子數，即成原種接種源。爲繁殖田間實際應用之大量接種源，在網室以空心磚砌成4公尺（長）×1公尺（寬）之繁殖床，以河砂二份與有

機質一份（V/V）爲培養介質，接種內生菌根菌接種源，移植洋香瓜菌根苗，按一般栽培法管理之，待三個月後產生多量厚膜孢子後，採集培養土風乾，調製成內生菌根菌培養土，每百公克土壤中約含300個孢子，裝袋封口貯存於5°C或陰涼地方，提供田間應用之接種源，每袋5公斤之內生菌根菌土可供0.1公頃700株洋香瓜之需求量。

內生菌根菌繁殖步驟：菌種種源保存於盆栽百喜草（純種）→再繁殖於盆栽玉米（原種）→大量繁殖於大型栽培床之玉米（或洋香瓜）→培養土風乾每五公斤裝袋，供爲接種源（圖2）。

二、內生菌根菌培育洋香瓜菌根苗

以育苗杯裝培養土接種內生菌根菌，在中型棚架式溫網室培育洋香瓜健康苗，種苗發芽整齊，內生菌根菌感染率達100%，根群發育良好，種苗成活率高達99%（圖3），而對照組（不接菌者）爲91%（表1）。若以天蜜洋香瓜種子每粒6.5元計算，每0.1公頃即可節省種子費用約700元，而且洋香瓜內生菌根植株生長較快速。已將此套內生菌根苗培育技術轉移給嘉義溪口鄉洋香瓜研究班班長陳銘森農友，臺南市林源裕農友及七股鄉黃來發農友，並且輔導設立育苗中心，於80年度生產約750,000棵洋香瓜內生菌根苗，提供農民使用。

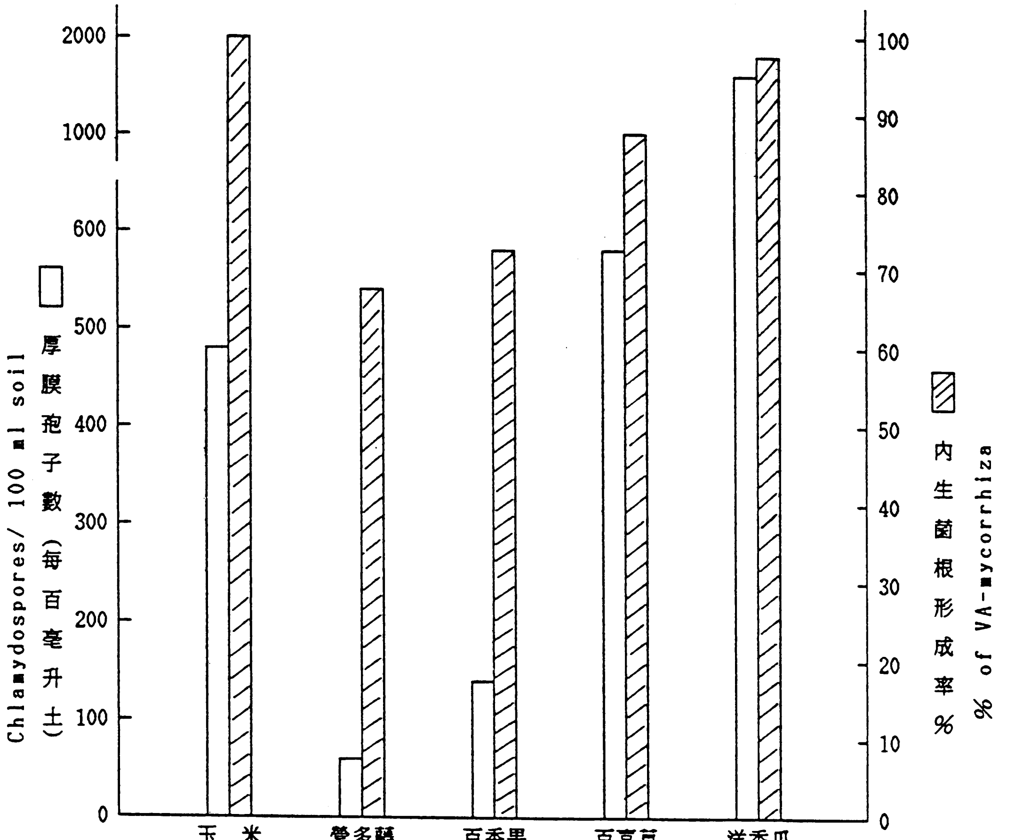

圖1. *Glomus clarum* 在不同宿主植物繁殖比較

Fig 1. Comparison of propagation of *Glomus clarum* on 5 various hosts

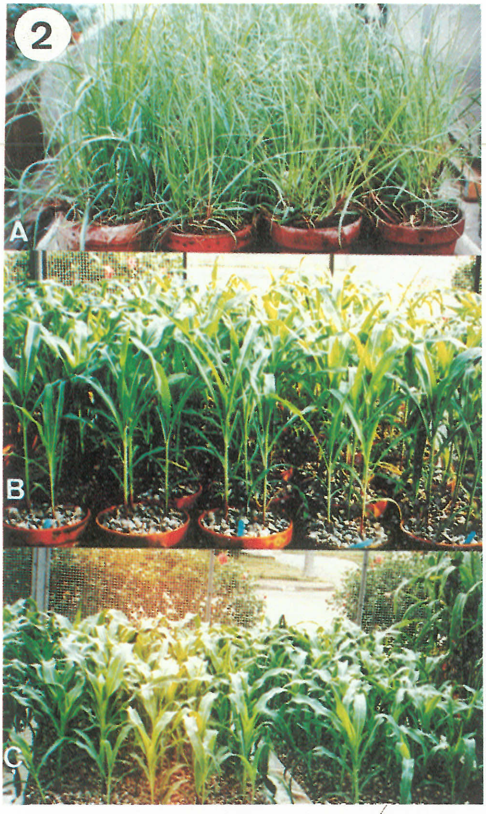

圖2. 內生菌根菌接種源繁殖 A.盆栽百喜草保存純種 B.盆栽玉米繁殖菌種 C.大型玉米植床大量繁殖接種源
圖3. 培育洋香瓜內生菌根苗

Fig 2. Procedure of production of inoculum source of *Glomus clarum* in culture of bahia grass. B.Propagation of mycorrhizal fungus in root systems of corn. C.Mass production of inoculum source of mycorrhizal fungus in root systems of corn (or muskmelon) sand bed.
Fig 3. Production of muskmelon mycorrhizal seedling by inoculation of *Glomus clarum* to cultural medium.

表1. 內生菌根菌 *Glomus clarum* 對洋香瓜幼苗成活及感染之影響
Table 1. Effect of *Glomus clarum* on survival and infection of muskmelon seedling

處 理 Treatment	種苗成活率% % of Survival seedling	種苗內生菌根菌 感染率 % of seedling infected	單株菌根形成率 % of VA－mycorrhizal formation
接種內生菌根菌 Inoculated with *G. clarum*	99.7	100	29
對 照 Non－inoculation	91.0	0	0

三、內生菌根菌應用在洋香瓜生產上之效益評估

內生菌根菌在洋香瓜栽培上之應用，配合設施栽培管理，採一株留二蔓，一蔓留1～2果，留果節位在9～16節間，蔓長20節再摘心，使內生菌根發揮其有益效應，在簡易溫網式(中型隧道棚架)，於洋香瓜定植後分別於27天、36天及42天調查地上部蔓長，處理區內生菌根植株分別為35公分、115公分及127公分，而對照區未接種內生菌根菌者，則分別為26公分、95公分及104公分(表2，圖4—A)。內生菌根植株生長快速整齊，與對照區比較可提早七天開花結果與採收，並提高果品品質(圖4—B,C

)。內生菌根植株生產之果品一級品(1.5公斤以上)佔22%，二級品(1.2—1.5公斤)佔52%，三級品佔26%，對照區非內生菌根植株生產之果品一級品佔14%，二級品佔27%，三級品佔34%(表3)

圖4. 內生菌根菌對洋香瓜生長及生產之影響
A.內生菌根植株（左）非內生菌根植株（右）比較
B.內生菌根植株生長快速提早開花結果
C.內生菌根植株產量品質均增加

Fig 4. Promotion of growth and production of muskmelon by application of *Glomus clarum*. A.Mycorrhizal plants (left) vs nonmycorrhizal plants. B. Promotion of flowering and fruiting earier in mycorrhizal plant. C. Increase of fruit quality and quantity in mycorrhizal plants

表2. 內生菌根菌 *Glomus clarum* 對洋香瓜生長之效應

Table 2. Effect of *Glomus clarum* on the growth of muskmelon

處　理 Treatment	蔓　長（公分） Stem length(cm)		
	移植後天數 Days after transplanting		
	27天	36天	42天
內生菌根植株(M) Mycorrhizal plant	35a	115a	127a
一般植株(ck) Non－mycorrhizal plant	26b	95b	104a

＊表列數字英文字母相同者，係依 Duncan's 多變域法測得（p＝0.05)不顯著。
＊Column means followed by the same letter do not differ significantly (p＝0.05) according to Duncan's multiple－range test.

表3. 內生菌根菌對洋香瓜果品品質之影響

Table 3. Effect of *Glomus clarum* on quality of muskmelon fruits

處　理 Treatment	等　級（%） Grade *			
	一　級　品 Ist	二　級　品 2nd	三　級　品 3rd	四　級　品 4th
內生菌根植株 (M) Mycorrhizal plants	22	52	26	
對照（非內生菌根植株）(CK) Non-mycorrhizal plants	14	27	34	25

＊以每果果重來分級，一級：大於1.5公斤；二級：1.2—1.5公斤；三級：0.8—1.2公斤；四級：小於0.8公斤。
＊Weight of per fruit, Ist:〉1.5kg；2nd：1.2—1.5kg；3rd：0.8—1.2kg；4th:〈0.8kg.

經濟效益分析

1. 嘉義縣溪口鄉簡易溫網室洋香瓜試區

內生菌根菌施用區每0.1公頃平均產量2,126公斤，產値97,323元，每公斤售價平均45.77元，生產成本平均60,138元（包括種苗費6,130元，肥料3,749元，農藥8,500元，設施資材11,833元，包裝材料5,318元，運費1,705元，手續費9,744元，水電費261元，工資10,618元，地租1,051元，資本利息1,229元）淨收益計37,185元。而對照區每0.1公頃產量1,770公斤，產值75,855元，生產成本61,432元，淨收益計14,452元。內生菌根菌施用區與對照區純收益比較，每0.1公頃可增加22,733元(表4)。

2. 臺南市簡易設施 PE 塑膠布隧道式栽培洋香瓜試區

林文龍農友示範區，內生菌根菌施用區每0.1公頃產値平均爲66,685元，生產成本平均爲34728元（包括種苗費1,998元，肥料2,896元，農藥1,286元，設施資料3,260元，包裝材料8,158元及工資15,379元，地租1,051元，資本利息701），純收益爲31,856元，對照區每0.1公頃產値平均爲50,800元，生產成本平均爲35,254元，淨收益爲15,546元。內生菌根菌施用區與對照區淨收益比較，每0.1公頃可增淨收益16,310元（表5）。

林妙勢農友示範區，內生菌根菌施用區每0.1公頃產値平均爲51,486元，生產成本平均爲26,422元（包括種苗費3,059元，肥料2,269元，農藥1,294元，設施資材1,140元，包裝材料4,402元，工資12,679元，地租1,051元及資本利息528元），淨收益爲25,064元，對照區每0.1公頃產量平均爲40,200元，生產成本平均爲27,005元，淨收益爲13,195元。內生菌根菌施用區與對照區淨收益比較，每0.1公頃可增加淨收益11,857元（表6）。

表4. 內生菌根菌對隧道式洋香瓜生產效益之評估（溪口鄉示範觀察區）

Table 4. Estimation of vesicular－arbuscular mycorrhizal fungi on economical efficiency of muskmelon production in PE sheet tunnel cultivation (Hsikou field trial)

農戶 Farmer	處理* Treat-ments	面積(公頃) Area (ha)	生產成本[1] Production costs: 種苗費(元) seedlings (NT$)	肥料(元) Fereilizer (NT$): 有機 organic	肥料(元) Fereilizer (NT$): 化學 chemical	農藥(元) pesticide (NT$)	設施資材 equipment material	包裝材料及運費手續費 packing and transpor-tation	工資(元) labor cost (NT$)	合計(元) Grand total(NT$): 總計 total	合計(元) Grand total(NT$): 0.1公頃 0.1ha	產值(元)[2] Products value (NT$): 總計 total	產值(元)[2] Products value (NT$): 0.1公頃 0.1ha	純收益(2-1)(元) Net income (2-1) (NT$)	處理間純收益之比較(M-CK)(元) Comparison of net income between treatments(M-CK) (NT$)
陳銘森	M	0.44	26,975	10,515	5,980	37,400	53,215	73,773	46,720	254,578	57,858	428,222	97,323***	39,465	+22,705
	CK	0.02	1,348	478	371	1,740	2,416	2,460	2,124	11,825	59,125	15,177	75,885***	16,760	

＊：種植天蜜洋香瓜，M─內生菌根菌接種區；CK─對照區。

Cultivation of Ten－Me muskmelon,M－Seedlings inoculated with vescular－arbuscular mycorrhizal fungi;CK－check.

＊＊：工資：包括整地、作畦、施肥、噴藥、摘心、疏果、採收、架設設施及清理等費用。

Labor costs：Included costs of plow、furrow、fertilization、pesticide application、pinching、thinning、harvest、makeup and clean et.al.

＊＊＊：M: 每0.1公頃果品特優級398.4公斤×65元／公斤，優級1028.2公斤×45.3元／公斤及良級700公斤×35.5元／公斤之產值。

M：Products value was 398.4kg×65NT$／kg for super good quality,1028.2kg×45.3NT＄／kg for good quality,and 700kg×35.5NT$／kg for fine quality per 0.1ha.

CK：每0.1公頃果品特優級170公斤，優級820公斤及良級780公斤之產值。

CK：Production price was 170kg×65NT$／kg for super good quality,820kg×45.3NT$／kg for good quality,and 780kg×35.5NT＄／kg for fine quality per 0.1ha.

本生產成本調查資料由農會協助提供。

Data of production costs contributed by local farmers association.

表5. 內生菌根菌對隧道式洋香瓜生產效益之評估（臺南市示範觀察區）

Table 5. Estimation of vesicular－arbuscular mycorrhizal fungi on economical efficiency of muskmelon production in PE sheet tunnel cultivation (Tainan field trial)

農 戶 Farmer	處 理* Treatments	面 積 (公頃) Area (ha)	生產成本[1] Production costs: 種苗費 (元) seedlings (NT$)	肥料 (元) Fereilizer (NT$): 有機 organic	肥料 (元) Fereilizer (NT$): 化學 chemical	農藥 (元) pesticide (NT$)	設施資材 equipment material	包裝材料及運費手續費 packing and transportation	工資 (元) labor cost (NT$)	合計 (元) Grand total (NT$): 總計 total	合計 (元) Grand total (NT$): 0.1公頃 0.1ha	產值 (元)[2] Products value (NT$): 總計 total	產值 (元)[2] Products value (NT$): 0.1公頃 0.1ha	純收益 (2-1) (元) Net income (2-1) (NT$)	處理間純收益之比較(M-CK) (元) Comparison of net income between treatments(M-CK) (NT$)
1.林文龍	M	0.7	13,992	14,000	6,272	9,000	22,820	57,106	107,650	230,840	32,977	466,100	66,585	33,308	+16,000
	CK	0.05	1,200	1,000	448	700	1,630	4,079	7,689	16,746	33,492	25,400	50,800	17,308	
2.林妙勢	M	0.85	26,000	15,260	4,032	11,000	9,690	37,416	107,775	211,173	24,843	437,631	51,486	26,643	+11,857
	CK	0.05	1,725	897	240	750	570	2,200	6,325	12,707	25,414	20,100	40,200	14,786	

＊：種植蜜世界洋香瓜，M—內生菌根菌接種區；CK—對照區。

Cultivation of honey－world muskmelon,M－Seedlings inoculated with vesicular－arbuscular mycorrhizal fungi;CK－check.

＊＊：工資：包括整地、作畦、施肥、噴藥、摘心、疏果、採收、架設設施及清理等費用。

Labor costs：Included costs of plow、furrow、fertilization、pesticide application、pinching、thinning、harvest、makeup and clean et.al.

本生產成本調查資料由農會協助提供

Data of production costs contributed by local farmers association.

四、內生菌根菌對洋香瓜宿根栽培之助益

在嘉義縣溪口鄉陳銘森農友之簡易溫網室進行洋香瓜宿根栽培，由於內生菌根菌發揮其有益效應，增強根部之發育與健康（圖6）及後續營養分之供給，以及栽培技術之改進，使洋香瓜宿根栽培成功（圖5—B），洋香瓜內生菌根苗，植株生長一致，開花授粉及結果時期每株相近，於瓜果網紋形成期即開始留再生蔓，以縮短養苗期，到瓜果成熟採收後，去除主蔓留新蔓，並於主蔓切除口處塗佈殺菌劑以防病原菌侵染腐爛，新蔓形成後漸次疏蔓，最後每棵留二蔓（圖5），由於第一期作各植株生長較整齊，留新蔓時間也較接近，宿根二期作洋香瓜生長也較整齊，爲補充後續營養再施追肥臺農43號複合肥，每0.1公頃施30公斤，宿根栽培成功率達70%，在短短的35天又可增加一收，並可減少種苗費及生長成本，每0.1公頃可採收2,290公斤，時值缺貨期每公斤售價平均65元，毛收收益爲148,850元，扣除生產成本34,250元純收益114,600元。

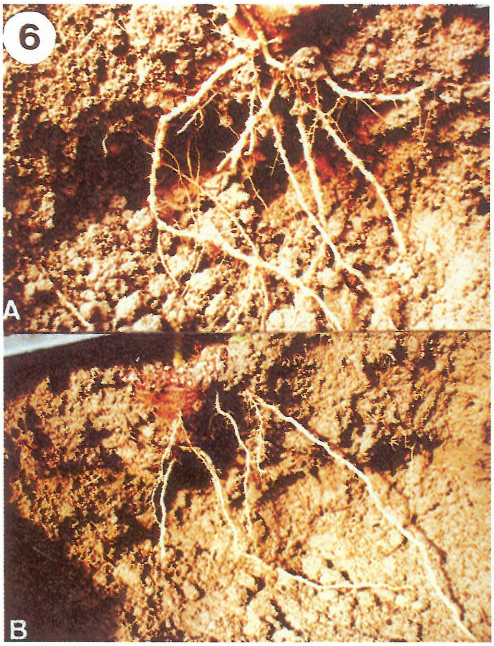

圖5. 內生菌根菌對洋香瓜宿根栽培之影響
A.內生菌根株再生蔓
B.C.洋香瓜宿根栽培成功

圖6. 內生菌根菌促進洋香瓜根部生長
A.內生菌根植株根系
B.非內生菌根植株根系

Fig 5. Effects of *Glomus clarum*, on growth and production of muskmelon in ratoon cultivation, A. A ratoon seedling of mycorrhizal plant. B−C. A successful ratoon cultivation due to using healthy mycorrhizal plants.

Fig 6. Enhancement of growth and development of root systems of muskmelon by inoculation of *Glomus clarum*, A. Root system of mycorrhizal plant. B. Root system of non−mycorrhizal plant.

討　　論

內生菌根菌近20年來已引起中外學者研究之興趣，尤其是在近代能源危機及環境保護意識提升中

，更加強微生物肥料之開發研究，以期減少化學肥料施用，降低能源消耗及因超量施用化學肥料所引起之土壤污染。有益微生物內生菌根菌即在有效利用土壤中自然資源礦物元素。有許多文獻報導內生菌根能促進作物生長是因幫助作物對土壤礦物元素之吸收[5,9]，尤其是在低肥分之地，其助益更顯著[10]。筆者從事內生菌根菌之研究多年，獲得優良菌種*Glomus clarum,*經盆栽試驗證明能促進玉米、大豆、蘆荀、西瓜及洋香瓜等作物之生長，並曾進行玉米及大豆田間接種試驗，在低肥力土壤更能表現內生菌根之效應，惟需施用多量接種源，而且田間接種，內生菌根菌更易受田間環境氣候之影響，難確定內生菌根菌能順利感染成功形成內生菌根，於是改變研究對象，加強可移植之園藝作物上開發研究，在溫網室內苗床培育洋香瓜時，即進行內生菌根菌之接種，使之感染成功形成內生菌根，當內生菌根苗移植於田間，配合洋香瓜之設施栽培管理，內生菌根菌可藉種苗帶到田間，建立其族群發揮內生菌根之功能。本研究之完成證實培育內生菌根苗，配合設施栽培之管理，可使內生菌根菌達到實際應用之目的。惟乃需對內生菌根菌接種源大量繁殖法加強研究，雖本研究建立接種源生產之方法與步驟，乃是傳統盆栽宿主植物（sandpot culture）之繁殖方法[8]。宜加強非土壤繁殖方法之研究，發展內生菌根菌生長繁殖之營養基，或利用生物技術以適當宿主誘導 *Ri* 轉型根[7]，進行試管中之培養繁殖以達到產量，取代傳統土壤繁殖法，浪費大量空間與時間之缺點，以解決內生菌根菌接種源供應之問題，並研究內生菌根菌在土壤中之生態學及與其他微生物間之相互關係，以期達到有效利用內生菌根菌，當其導入土中，能迅速建立族群，發揮內生菌根之效益。

參考文獻

1. 程永雄、杜金池、林晉卿。1984。內生菌根對大豆、玉米之增產效果。臺南區農業改良場研究彙報。18：29—38。
2. 程永雄、陳紹崇、杜金池。1988。內生菌根菌在蘆筍育苗上之應用。臺灣蘆筍研究（75—76）：129—137。
3. 程永雄、杜金池、鄭安秀、陳紹崇。1991。內生菌根菌在洋香瓜栽培上之應用。臺灣農業27（5）：53—55。
4. Gerdemann,J.W., and T.H.Nicolson.1963.Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting.Trans.Brit.Mycol.Soc.46:235—244.
5. Gerdemann,J.W. 1975.Vesicular－arbuscular mycorrhizae.In "The Development and Function of Roots" Academic Press,New York,p.575—591.
6. Harley,J.L.,and S.E.Smith.1983.Mycorrhizal Symbiosis.Academic Press,New York,p.483.
7. Hua,S.S.T.1990.Plant regeneration of *Ri* transformed carrot hairy roots.Plant Physiol. 93—146.
8. Menge,J.A.1984.Inoculum production.In Powell and Bagyaraj,1984. "VA mycorrhiza", CRC press,Boca Raton,Florida p.187—203.
9. Mosse,B.1973a.Plant growth responses to vesicular－arbuscular mycorriza.IV.In soil given additional phosphate,New.Phytol.72:809—815.
10. Mosse,B.1973b.Advances in the study of vesicular－arbuscular mycorrhiza.Ann.Rev.Phytopathol.11:171—196.
11. Nicolson,T.H.1959.Mycorrhiza in the Gramiaceae.I.Vesicular－arbuscular endophytes with special referenec to the external phase.Trans.Mycol.Soc.42:421—438.
12. Powell,C.L.,and D.J.Bagyaraj.1984.VA Mycorrhiza.CRC Press,Inc.,Boca Raton,Florida.P.223.

An estimate of effects of VA-mycorrhizal fungus *Glomus clarum* on muskmelon Production[1]

Y.H.Cheng[2],M.F.Chuang[2] and C.C.Tu[3]

Summary

The VA mycorrhizal fungus *Glomus clarum* was proved to have the ability in colonization of root systems of muskmelon in pot culture test.Formation of VA−mycorrhiza in root systems caused by VAM fung absorption of phosphorus and other soil mineral elements, and enhance the top growgh of muskmelon seedlings,significantly.Up today the only method for production of VAM fungus inocula was propagationed in the root systems of host plants. Among the five tested plants−corn,intotum,bahia grass,passion fruit,and muskmelon seedlings,corn and muskmelon were the best two host plants for propagation of *G.clarum.* In this study a procedure system was developed for production of inoculum source of *G.clarum,* including:1.maintaining the pure mycorrhizal fungus in pot culture of bahia grass *(Paspalum notatum)* ,2.propagation of mycorrhizal fungus in pot culture of corn,3.mass production of inoculum source of mycorrhizal fungus in sand bed culture of corn or muskmelon.4.collecting,air−drying and bagging the harvested culture soil which contained the segments of infected root systems of host plants and fungual chlamydospores.Application of VA−mycorrhizal fungus to field by transplanting VA−mycorrhizal seedlings were produced by inoculation of *G.clarum* to cultural medium.when the mycorrizal seedlings were transplanted to the field,mycorrhizal root systems could show beneficial effects to muskmelon production. Mycorrhizal plants grew faster,and flowered earlier more than 7 days.The quantity as well as quality of fruits on mycorrhizal muckmelon were also increased. To analysis the economic effect of using mycorrhizal seedings for production of muskmelon in plastic net house and PE sheet tunnel,the net incomes could increase up to about NT 22,700 dollars per 0.1 ha for plastic net house cultivation,while about NT 16,300 dollars per 0.1 ha for PE plastic sheet tunnel cultivation.Because the root systems were more healthy and abundant in mycorrhizal infected muskmelon plants,Use of mycorrhizal plants combined with supply of sufficient nutrient and improvement of cultivation technique for ratoon cultivation could be successful in plastic house.

Key words : Muskmelon,VA−mycorrhizal fungus, *Glomus clarum,* Plastic net house, PE sheet tunnel.

---

1. contribution No. 1658 from Taiwan Agricultural Research Institute,This study was supported by a grant from the council of Agriculture,Executive Yuan, ROC.
2. Director,and Assistant phytopathologist,Chiayi Agricultural Experiment Station,TARI,Chiayi, Taiwan 600, ROC.
3. Director,TARI,Wufeng,Taichung Taiwan 413, ROC.

從農業氣象觀點評估溪口農場種植大豆、玉米及落花生之可行性[1]

蔡金川[2] 漆匡時[2] 姚銘輝[2] 蔡財旺[2] 梁連勝[2] 杜金池[3]

摘要：本文嘗試比較大豆、玉米、落花生生育期間，溪口農場與產地（北港、虎尾、朴子、新營）之氣溫與雨量（最適合作物生長之氣象條件組合）差異，探討該農場之氣象條件是否適宜該三類作物生長，以為評估在該農場進行此三種雜糧作物田間試驗之參考，其結果摘要如下：

1. 大豆：春作大豆生育初中期溪口農場氣溫偏低對大豆發育可能趨於低效。生育期間該場之雨量與產地朴子、新營相近。則溪口農場調整栽植期避開生育初中期之低溫冷害，為春作栽培大豆生育有良好的可能。

夏作方面，兩地（溪口、朴子）大豆生育期之平均氣溫及積算氣溫雖均有顯著差異，但平均氣溫皆仍高，雨量亦充沛，所以溪口農場種植夏作大豆之氣象條件不遜於產地朴子與新營。

2. 玉米：整年春秋作玉米生育期間，溪口農場之氣象條件，與產地北港、虎尾很相近，唯11月開花期氣溫較低，因此溪口農場較不適於栽培秋作玉米。

3. 落花生：溪口農場及產地北港、虎尾，三地區春作開花後及秋作開花前後皆可達生育最適溫度。

春秋作開花期前後溪口雨量最充沛均達合適的範圍，故該場種植落花生之水分需求量優於種植地兩地區。

綜觀上述分析，以溪口農場種植大豆、玉米及落花生，其主要氣象條件與主產地並無太大差異，應可列為適栽區。

關鍵詞：春作、秋作、積算氣溫、積算雨量、寒害。

農作物之生育除受內部遺傳特性的控制，同時亦受外界環境因子的影響；而外界環境因子中，以土壤性質，栽培技術及氣象條件三者為最重要。本文以嘉義、雲林、臺南地區對該三類作物具有代表性之栽植區（氣象資料觀測較完整區）與本所嘉義分所溪口農場所在地之氣象條件進行比較，探討其異同，以間接評估溪口農場之農業氣象條件是否適宜栽培前列三類作物，以為將來在該農場進行此三類作物區域試驗時之參考。

在氣象條件中，氣溫、降水量（雨量）、日射量的變化，除對農作物之生長與發育有直接的影響外，亦與農作物的產量息息相關。而氣溫與日射量往往成正比，即日射量增加則氣溫相對昇高[5]，同時日射量的變化與降水量亦互為消長，如陰雨天氣過長，日照時數及日射量自然減少，作物之光合作用效率及乾物質累積亦因之減低[6,8]。因此最適合探討地域性作物生長之農業氣象因子組合為氣溫及

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1659 號
2. 本所農工系副研究員、助理研究員、助理、研究員、研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。
3. 本所所長。

降水量，本評估報告即以這兩氣象因子作爲準據，以進行相關性比較分析與評估。

材料與方法

臺灣地區大豆種植面積以嘉義縣居首位，其他玉米，落花生則爲雲林縣（見表1）。各縣栽培面積較廣地區或代表性地區如下：

1. 大　豆：朴子，義竹（以朴子爲代表），新營。

2. 玉　米＼

　　　　：元長（以北港爲代表）、崙背（以虎尾爲代表）。

3. 落花生／

上記之地區及代表地區，爲參與溪口農場氣象條件評估之對照區，即本所分析以北港、虎尾、朴子、新營、溪口農場及嘉義（氣象資料完整又距栽植區近，列於圖10及圖11供對照參考）等地之十年月平均氣溫及雨量（取自中央氣局，唯溪口爲三年之平均資料），各地氣象測站資料列如表2，其分佈位置如圖1。經比較各地氣象因子之差異，評估溪口農場是否適宜栽植前列三類作物。

表1. 臺灣地區大豆、玉米與落花生之主要產地種植面積及種植時期（臺灣農業年報79年版）

Table 1. Area and time of planting of soybeans, corns and peanuts that had been grown at several locations in Taiwan(Source:Taiwan agricultural year book. 1990 Edition).

作物別	產地縣別（高產地）	種植面積（公頃）				種植時期
		合計	裏作	一期	二期	
大	雲林縣（水林、四湖）	875	23	534	318	春作（一期）2月初
	嘉義縣（朴子、義竹）	1,841	27	800	1,014	
豆	臺南縣（新營）	1,597	30	845	722	夏作（二期）7月上旬
玉	雲林縣（元長）	19,772	7,629	3,459	8,684	春作（一期）2月中下旬
	嘉義縣（朴子）	13,715	8,009	2,671	3,035	
米	臺南縣（鹽水）	18,093	13,828	2,998	1,267	秋作（二期）9月中旬
落	雲林縣（元長、崙背）	21,398	—	9,358	12,040	春作（一期）2月上中旬
花	嘉義縣	2,362	—	1,122	1,240	
生	臺南縣	683	558	62	63	秋作（二期）8月中下旬

註：底線表示種植面積首位之縣別

結果與討論

前列三類雜糧作物每年之栽培大致可分爲兩期，即一期作春作及二期作秋（夏）作。溪口及北港兩地各作物之春作皆在2月中之低溫期間播種，生育期則由低氣溫漸漸上升（圖2及表2），經開花期至收穫期五月下旬與六月中爲高溫。而二期作之大豆、落花生、玉米分別於七、八、九月之高溫期播種，此後氣溫慢慢往下降，經開花期至收穫爲低溫期，各作物之收穫期差距較大，如玉米爲翌年之元月份。兩地區氣溫比較，不論最高、平均及最低氣溫（1月、2月、4月例外）皆爲北港較溪口高（圖3）。

至於整年雨量變化，自四月至八月出現較充沛之降水量，唯兩地於九月及十月呈現顯著差異。其他地區與上述溪口農場氣溫、雨量變化趨勢相近（圖4及圖6、圖8及圖10）。

表3爲該三種作物播種後14天及開花前後63天（開花前20天＋開花後43天）之積算氣溫與積算雨

量，即函蓋種子發芽前後，及花芽分化與開花後穀粒充實期之氣象環境，Ma[7]曾報告，禾穀類作物開花期及開花後之氣象條件影響稔實與光合成產物累積，而決定產量之大小。

以各作物爲對象，探討各代表性地區與溪口農場氣象條件之差異，進行評估該農場之氣象條件是否適宜栽培此三種雜糧作物，其結果及探討如下：

表2. 各地氣象測站資料

Table 2. Climatological data from meteorological observing station at different locations.

氣象因子	地區	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
月平均溫度	溪口 (23° 36′,120° 24′,17m)	15.7	16.5	17.6	21.5	24.9	26.4	27.5	27.2	26.4	23.5	19.3	16.9
	北港 (23° 35′,120° 17′,10m)	16.4	17.5	20.4	24.1	26.4	27.8	28.8	28.5	27.9	25.6	21.7	17.6
	虎尾 (23° 43′,120° 23′,24m)	15.8	16.3	18.5	22.2	25.1	26.9	28.0	27.8	26.6	24.4	20.9	17.6
	朴子 (23° 30′,120° 14′,10m)	17.2	17.7	19.9	23.6	25.8	28.8	30.6	30.0	28.9	26.9	23.0	17.6
	新營 (23° 17′,120° 15′,10m)	16.7	17.5	19.5	23.1	26.0	27.6	28.5	28.0	26.9	25.3	21.7	17.3
	嘉義 (23° 29′,120° 25′,10m)	15.9	16.8	19.7	23.1	25.5	27.4	28.4	27.8	26.8	24.4	20.6	17.8
月平均雨量	溪口	20.0	20.8	38.3	380.3	157.1	311.2	165.3	409.9	232.4	0	2.8	17.6
	北港	31.3	14.9	31.6	58.9	163.9	405.6	223.7	290.8	91.4	25.6	8.7	19.9
	虎尾	18.7	66.1	101.0	137.2	257.2	231.3	191.4	263.0	154.5	3.8	24.1	23.0
	朴子	18.6	55.2	61.0	116.3	210.7	218.0	150.7	304.4	84.4	8.5	12.7	10.9
	新營	18.2	44.4	62.6	100.0	201.8	264.2	231.8	303.5	169.9	14.0	17.3	14.6
	嘉義	29.7	50.9	77.0	62.6	217.9	399.7	318.6	423.9	152.5	24.5	16.8	31.0

※溪口（經度，緯度，海拔高度）自嘉義分所觀測站取得1988～1990三年平均之月平均氣溫與雨量，其他地區皆由中央氣象局提供1974～1983十年平均氣象資料。

1.大豆：

依據農林廳調查資料（表1）顯示，本省大豆之栽培面積，以嘉義縣年栽培1,841公頃居首，而該縣又以朴子、義竹地區爲大宗，故以朴子地區之栽培氣象環境爲對照，按大豆生育受氣候環境影響很大，對於日照及溫度之感應亦非常複雜。一般而言，大豆比較適應高溫濕潤的氣候。根據大後[3]研究大豆產量與氣溫、日照及雨量之關係，認爲大豆產量與生育初期及收穫期之氣溫爲正相關，與生育中期（伸長盛期）之氣溫爲負相關，大豆產量與日照時數之相關性趨勢與溫度相同。然而雨量則相反，大豆產量與生育初期及末期之雨量爲負相關。大豆在生育初期至中期如有高溫及適當的雨量，最有利於生長。由圖6及表2知，以溪口農場而言，春作大豆之生育初期2月及中期3月平均氣溫較栽植地朴子低1°C～2.3°C左右，3月份達顯著之差異（圖7）。葉[2]認爲平均氣溫14°C以下對大豆發育接近無效，15～19°C低效，24°C效率最高。該農場之大豆生育初中期爲16.5～17.6°C，據龔[2]等之試驗結果，大豆播種至出苗平均溫度16.5°C時出苗天數11日，出苗率100%。而播種後14天之積算溫度，兩地區（溪口、朴子）相似，無顯著差異（表3）。因此溪口之大豆播種出苗當無問題，但對大豆發育可能會趨於低效，但仍可生育。至於雨量方面這時兩地區相近，雖無顯著差異，溪口反而較低，或許有利於

初期的發育。

生育中期至後期即開花至成熟期（四月至五月），影響產量最重要之氣象因素仍爲氣溫及雨量，這時兩地氣溫均有提昇，差距亦縮小，兩地春作開花前後63天之積算氣溫與積算雨量仍出現顯著差異。但溪口與另一高產地新營，無顯著差異。又溪口之平均氣溫越過21°C，五月份達24.9°C發育效率最高，雨量兩地仍然相近，無顯著差異。因此溪口農場若於春作栽培大豆，需調整栽植期避開生育初中期之低溫，其生育有良好的可能。

臺灣各地夏作大豆生育期平均氣溫很高，約26～27°C，而溪口、朴子兩地之平均氣溫皆超過此，約27～29°C，則均超過上述24°C之發育最高效率，雖朴子平均溫度及積算氣溫（播種後14天，開花前後63天）皆高於溪口、又呈現顯著差異（圖7、表3）。

至於雨量方面，大豆需水較多，從萌芽到成熟都需要較多的水分。龔[2]指出，大豆發芽至少約需其籽粒本身重量50%的水分，玉米只需30%，水稻爲26%。而大豆開花結莢期需水更多，以需水占總需水量的百分比而言，比發芽高出約35%，故水是大豆生育的重要限制因子。兩地夏作雨量充沛，約150～400公厘（圖6），超過盛產地屏東（約40～50公厘）。大豆之大部分生育期間及開花前後63天之積算雨量，溪口的雨量高於朴子，特別是開花結莢期雨量出現顯著之差異（圖7）。如以大豆水份需求量而言，溪口的環境條件優於朴子。日照時數兩地均超過春作，約700～900小時。綜觀上述，溪口夏作大豆之氣象條件不遜於盛產地朴子。

表3. 嘉雲南地區大豆、玉米與落花生播種後14天及開花前後63天之積算氣溫（°C）與積算雨量（mm）

Table 3. 14 days after sowing, and 63 days before and after anthesis(soybeans, crons and peanuts)accumulated air temperature(°C)and accumulated precipitation(mm) in Chiayi, Yunlin and Tainan districts.

		積算氣溫						積算雨量					
		播種後14天			開花前後63天（開花前20天＋開花後43天）			播種後14天			開花前後63天（開花前20天＋開花後43天）		
		大豆	玉米	落花生	大豆	玉米	落花生	大豆	玉米	落花生	大豆	玉米	落花生
春作	溪口	229.1	236.3	347.0	1,189.8	1,457.5	1,385.4	1.4	11.0	3.6	260.2	415.1	256.0
	北港	234.4	249.7	351.0	1,289.3	1,561.5	1,428.4	4.6	11.5	10.9	71.3	261.1	113.7
	虎尾	220.7	239.7	326.0	1,211.8	1,490.0	1,355.9	8.5	17.2	15.1	107.2	244.5	131.5
	朴子	239.4	247.3	366.1	1,345.5	1,595.0	1,489.8	22.6	23.8	29.8	153.1	288.9	170.6
	新營	230.5	239.4	338.5	1,250.9	1,521.9	1,390.9	9.3	19.7	20.0	105.0	291.7	139.7
	嘉義	224.0	253.5	343.1	1,306.0	1,564.0	1,449.0	4.3	14.7	12.0	85.9	253.6	118.1
秋作	溪口	278.2	345.8	251.8	1,664.7	1,164.4	1,558.9	24.1	85.2	270.6	631.7	14.8	232.7
	北港	283.7	381.3	279.5	1,754.6	1,286.8	1,675.7	63.6	34.9	84.0	483.3	27.7	155.2
	虎尾	275.5	368.1	268.8	1,703.7	1,243.0	1,616.5	50.5	38.5	86.3	460.0	29.1	203.4
	朴子	302.5	404.7	298.5	1,891.1	1,413.6	1,796.1	36.7	53.6	116.6	541.4	38.0	242.9
	新營	281.2	371.9	275.9	1,736.6	1,268.9	1,637.0	82.9	63.4	159.4	804.4	31.3	350.4
	嘉義	283.4	376.7	276.1	1,747.5	1,309.0	1,669.5	75.8	53.1	108.2	631.8	28.2	237.8

2. 玉米：

復據農林廳調查統計資料指出，本省飼料及食用玉米之栽培，以雲林縣栽培19,772公頃居冠，該縣以元長、北港地區爲主產區，本評估以北港地區之栽培氣象環境爲對照，玉米係原產熱帶作物，全生育期間須有溫暖的氣候，充足的日照，生育初期及抽穗前後需要適量的水份。據大後[3]調查美國主要玉米栽培地區之夏季六、七、八月之平均氣溫約20～23°C；日本同一時期之平均氣溫，北海道約

18.4°C，關東約22.6°C，九州約24.1°C。本省平地年平均氣溫達20°C以上，年雨量亦超過1,500公厘，因此栽培玉米，照理並無特殊之氣候限制，全年均可種植。然而由於夏季氣溫較高，容易遭受螟蟲爲害，颱風及豪雨等氣象災害亦較頻繁，故栽培甚爲困難；冬季氣溫過低，玉米生育緩慢，成熟延遲，影響下期作物之栽培，因此本省栽培玉米通常以春秋作爲主。

臺灣春作玉米之播種期通常受氣溫之影響，因此南部播種較早，北部較晚，大部分地區播種期之平均氣溫約17～18°C。這時（春作玉米之播種期）溪口之平均氣溫與此相似（圖2、表2），玉米生育早期平均氣溫低於20°C，比北港低，呈顯著差異（圖3），整年生育期間之氣溫條件及開花前後63天之積算氣溫與虎尾相近，無顯著差異（圖4、圖5、表3）。而虎尾距玉米盛產地元長，亦與北港相差無幾。何況影響生育及產量很大之開花期平均氣溫與北港相似（圖3），又玉米生育期間的生物學下限溫度爲10°C，因此溪口農場若栽植春作玉米氣溫條件當無大礙。

秋作玉米之播種期九月中旬，溪口、北港及虎尾之平均氣溫，約26～28°C，均爲玉米最適發芽溫度（25～35°C）之範圍內，溪口唯11月開花期氣溫較低，平均氣溫降到19.3°C（表2），低於北港、虎尾，有顯著差異，進入穀粒充實期更低約17°C，而溪口秋作開花前後63天之積算氣溫亦低於北港及虎尾，又出現顯著差異（表3），此爲溪口農場若栽培秋作玉米氣溫條件較差的部分。

玉米在一生中，各個時期需水量也各不相同。主要爲生育前期需水量少，中期需水量多，後期偏少。有關春作玉米生育中期，溪口之雨量（4月）及開花前後63天之積算雨量高於北港、虎尾（圖3、圖5、表3），而秋作中期（11月）及開花前後63天之積算雨量，三地之雨量相近，其他生育期亦大致如此，因此溪口之雨量條件，不比北港、虎尾差。

3.落花生

從農林廳統計資料得知，本省落花生之種植，以雲林縣年栽培21,398公頃爲最，其中以元長、崙背地區居首，本評估乃以二地區之代表性地區北港及虎尾爲對照。落花生性喜高溫，在熱帶地區全年均可生長。中山等[4]指出落花生發芽最低溫度需要12～13°C。溪口、北港、虎尾春秋播種後之平均氣溫分別爲16～17°C及27～28°C，因此這些地區落花生之發芽當無大礙。又由表3得知，三地區（溪口、北港、虎尾）春秋作播種後14天之積算氣溫相近，無顯著差異。則溪口種植落花生不論發芽或發芽後生育之氣溫條件，與其他兩地產區當無差別。郭等[1]認爲落花生生育期最適溫度爲25～27°C，這三地區春作開花後（4月下旬～5月）及秋作開花前後（9月～10月）可達生育最適溫度（圖2、圖4、表2），又盛花期前後之溫度，關係落花生產量極距，每株粒數，莢果數，皆隨盛花期前後溫度之增加而增加，而表3所示，該三地區開花前後63天之積算氣溫相似，而溪口及虎尾兩地之差異並不顯著。唯溪口在春作生育早期（約17～18°C）及秋作生育後期（約17～19°C）氣溫偏低，生育期有延長的可能，但仍比生育之基本溫度15°C[4]高，則生育當無問題。

雨量方面，雖然一般視落花生爲旱地作物，除發芽期需要充足水分，在始花期至種子生成初期，亦需要充足之水分，以供養分之分解吸收。過分乾旱對於落花生生產量仍有相當影響，但雨量過多常使落花生徒長，容易傳播病害及種子腐爛。據郭等[1]指出，落花生平均年雨量以1,500公厘最合適，生長期中每月雨量在200至300公厘之間較合適，且分佈均勻時生長最佳。如表2得知，唯溪口之年雨量1,756公厘超過1,500公厘。生長期中亦是溪口最高，春秋作分別爲181.5公厘／月及132.5公厘／月，又由表3得知，溪口除了春作播種後14天之積算雨量較低，其他生育時期則最高，開花期前後63天之積算雨量，春秋作各分別爲256.0公厘及232.7公厘，特別是春作較其他地區高兩倍左右。溪口與落花生產地雲林縣（北港、虎尾）及嘉義縣開花期至收穫期每月雨量相近（圖2、圖4及圖10），大部分不出現顯著之差異（圖3、圖5及圖11）。綜觀溪口農場種植落花生之水分需求量優於其他產地（北港、虎尾、嘉義）。

參考文獻

1. 郭文鑠、曾文柄、楊之遠、邱永和。1978。臺灣農業氣候區域研究。中央氣象局編印。

2. 龔紹先、葉修祺。1986。糧食作物與氣象。北京農業大學出版社。

3. 大後美保。1945。日本作物氣象の研究。

4. 中山兼德。高橋芳雄。1983。ラッカセイのつくり方。農山漁村文化協會。

5. Fernandez, C. J. 1992 Simulation of normal annual and diurnal temperature oscillationa in non-mountainous mainland United States. Agron. J. 84:244—251.

6. Lieth, J. H. and J. F. Reynolds, 1984. A model of canopy irradiance in relation to changing leaf area in a phytotron-grown snap bean(Phasolus vulgaris L.) crop Int. J. Biometeor 25:61—71.

7. Ma, B. L. and D. L. Smith 1992 Growth regulator effect on above ground dry matter partitioning during grain fill of spring barley. Crop Sci. 32:741—746.

8. Pearce, R. B., R. H. Brown, and R. E. Blaser. 1967. Photosynthesis in plant communities as influenced by leaf angel. Crop Sci. 7:321—324.

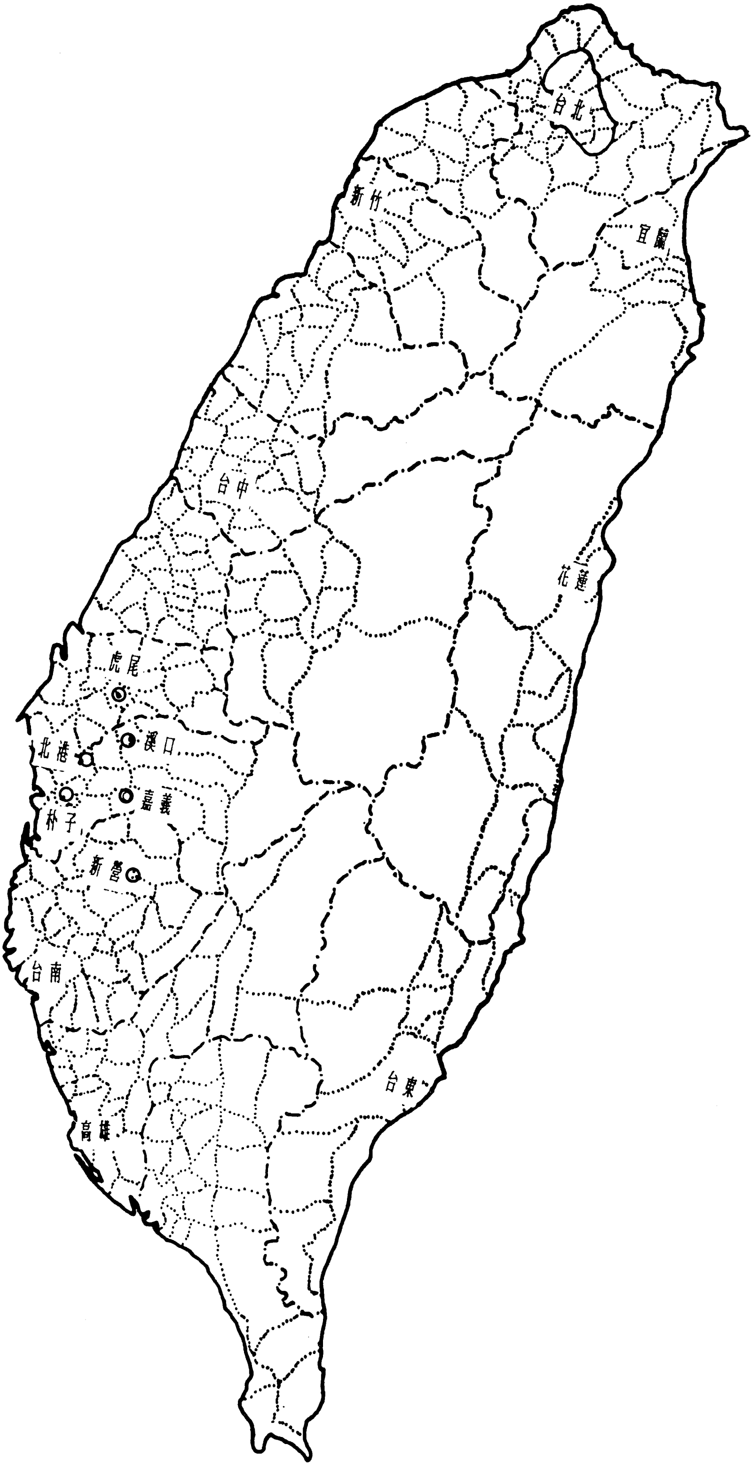

圖1. 選取氣象測站（○）位置

Fig. 1. The location of chosen meteorological observing station(○).
(Source : Central Weather Bureau)

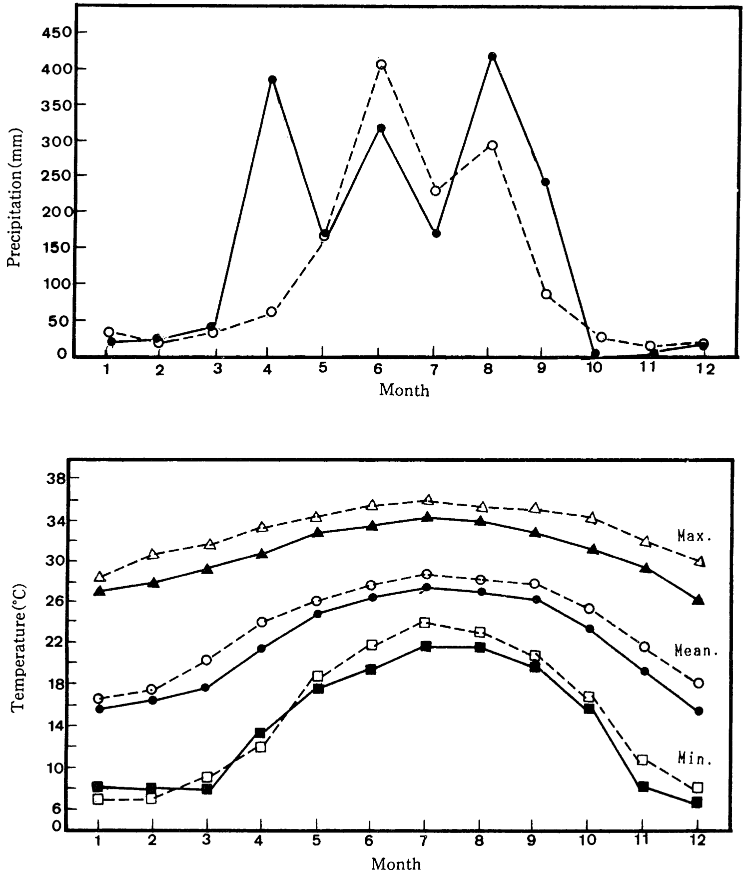

圖 2. 溪口(▲，●，■)及北港地區(△，○，□，)月平均氣溫與雨量變化。

Fig. 2. Changes of monthly mean air temperature and precipitation in Chikoou (▲,●,■)and Peikang district(△,○,□).

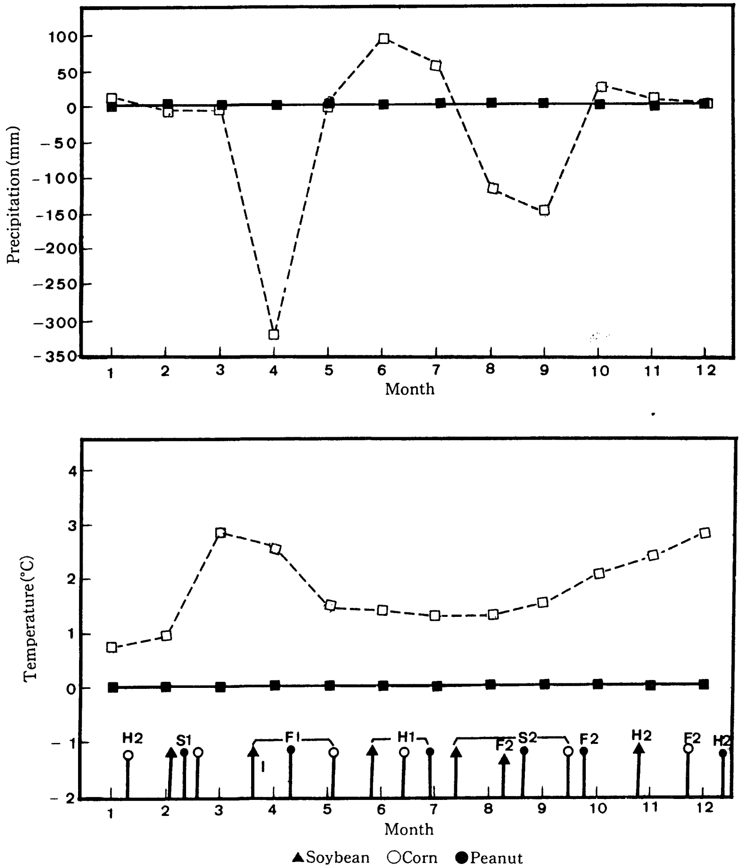

圖 3. 以溪口(■)爲基準時及北港地區(□)月平均氣溫與雨量變化之差異值。
S_1及S_2：各爲春及夏（秋）作之播種期F_1及F_2：各爲春及夏（秋）作之開花期
H_1及H_2：各爲春及夏（秋）作之收穫期。

Fig. 3. Deviation of the monthly mean air temperature and precipiation between Chikoou(■)and Peikang district(□).
S_1 and S_2 : the sowing time in the spring cropping and summer(autumn) cropping, respectively.
F_1 and F_2 : the flowering time in the spring cropping and summer(autumn) cropping, respectively.
H_1 and H_2 : the harvest time in the spring cropping and summer(autumn) cropping, respectively.

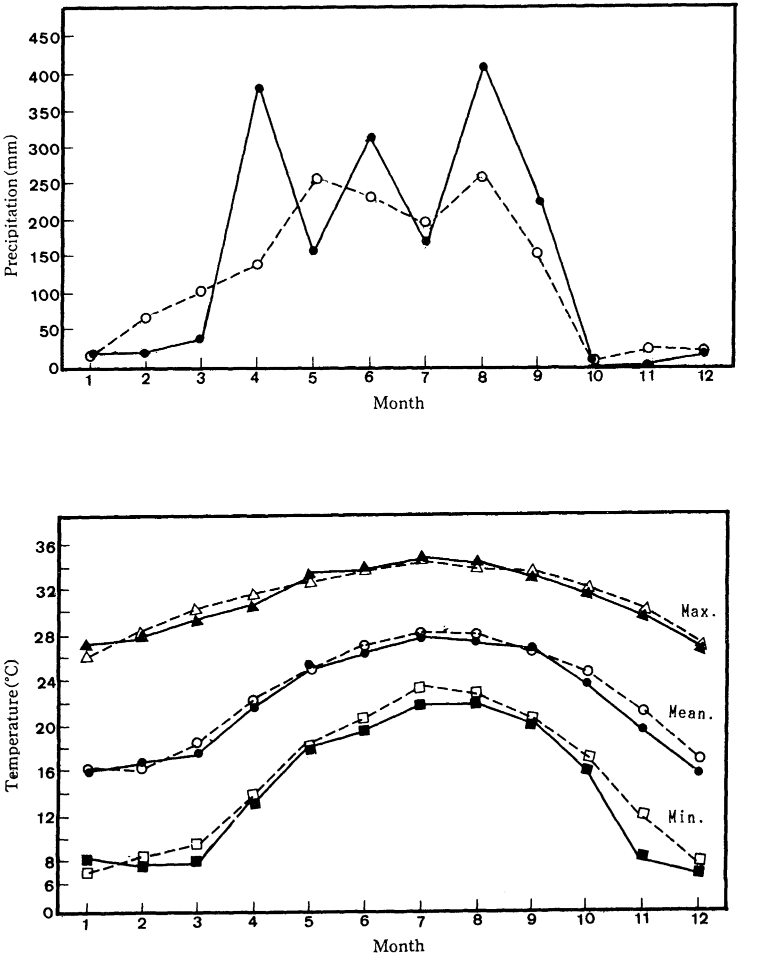

圖 4. 溪口及虎尾地區(△，○，□)月平均氣溫與雨量變化，符號參照圖2。

Fig. 4. Changes of monthly mean air temperature and precipitation in Chikoou and Huwei district(△,○,□)
Refer to Fig. 2 for the description of symbols.

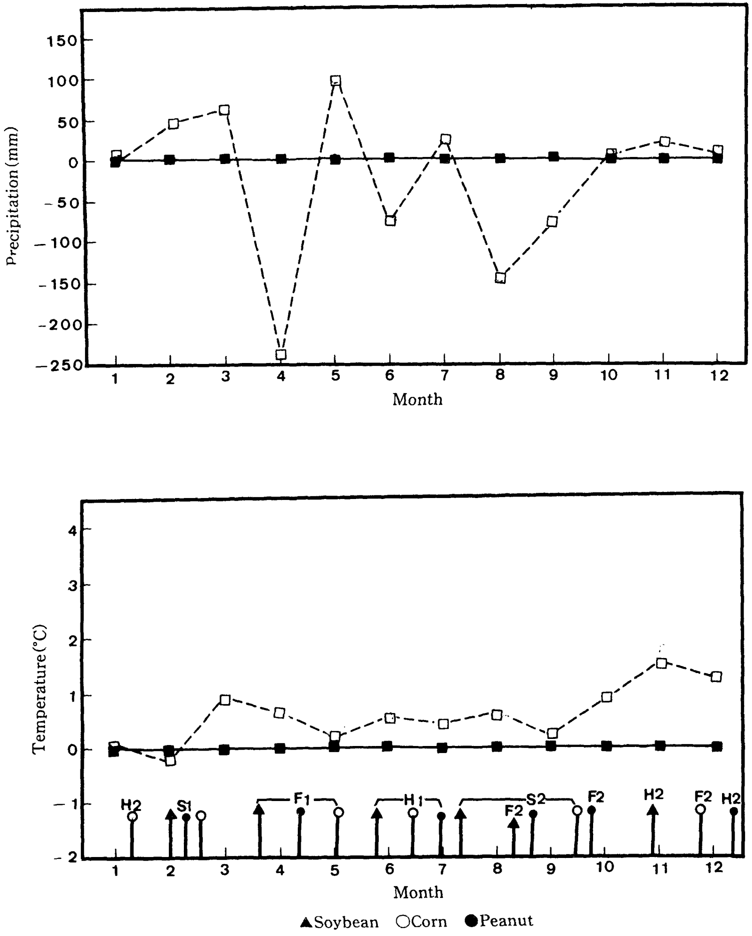

圖 5. 以溪口爲基準時之虎尾地區 (□) 月平均氣溫與雨量變化之差異值。
符號參照圖3。

Fig. 5. Deviation of the monthly mean air temperature and precipitation between Chikoou and Huwei district(□).
Refer to Fig3 for the description of symbols.

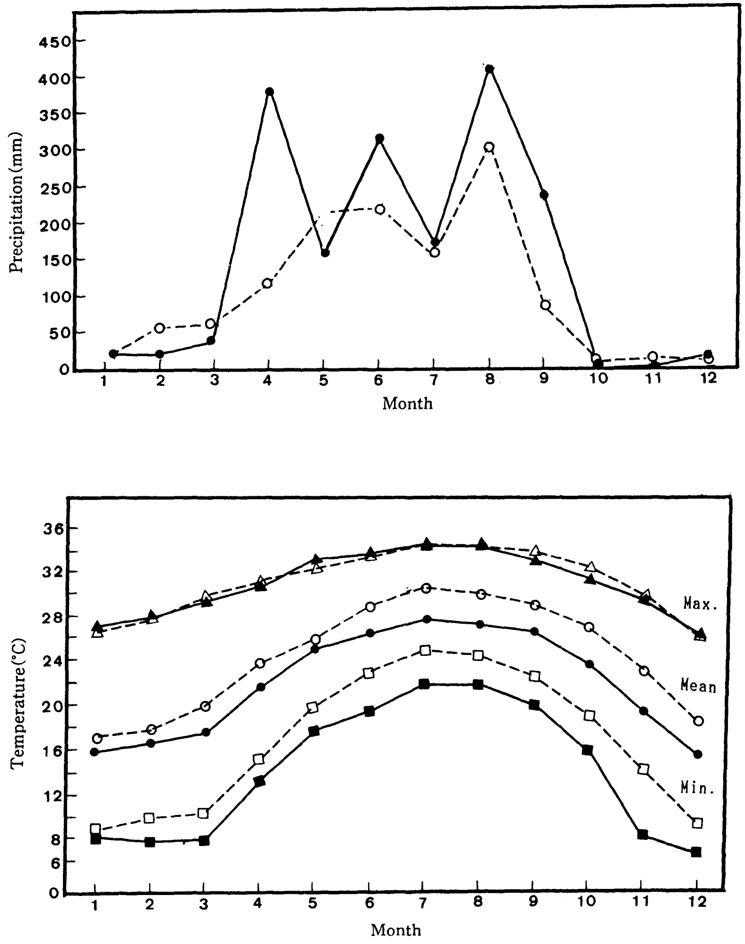

圖 6. 溪口及朴子地區（△，○，□）月平均氣溫與雨量變化。
符號參照圖2。

Fig. 6. Changes of monthly mean air temperature and precipitation in Chikoou and Putzu district(△,○,□).
Refer to Fig2 for the description of symbols.

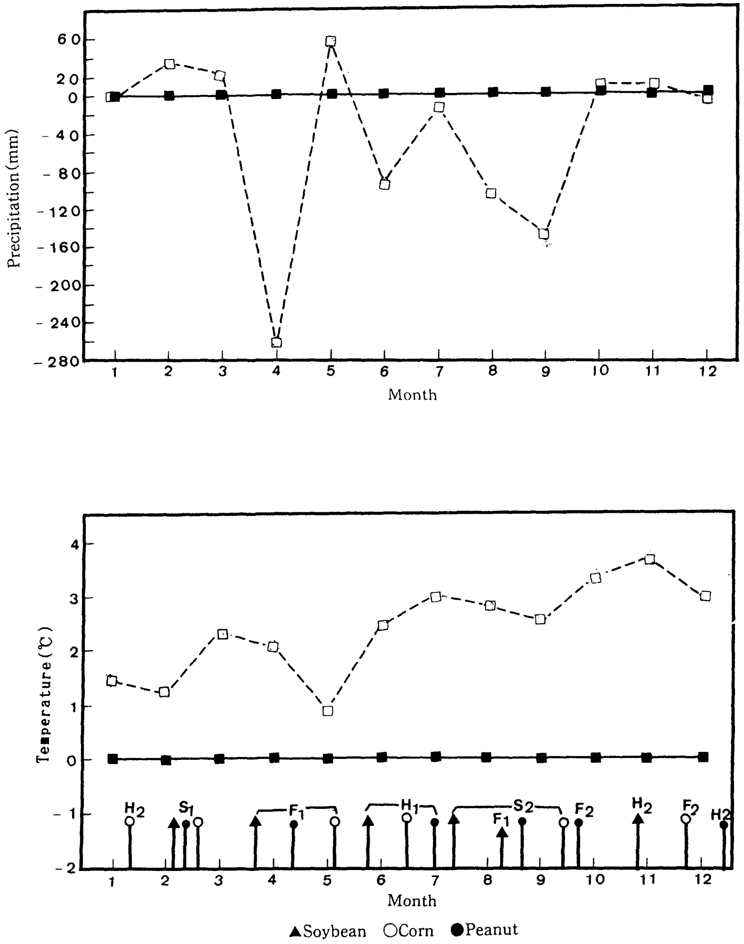

圖 7. 以溪口為基準時之朴子地區（□）月平均氣溫與雨量變化之差異值。
符號參照圖3。

Fig. 7. Deviation of the monthly mean air temperature and precipitation between Chikoou and Putzu district(□).
Refer to Fig3 for the description of symbols.

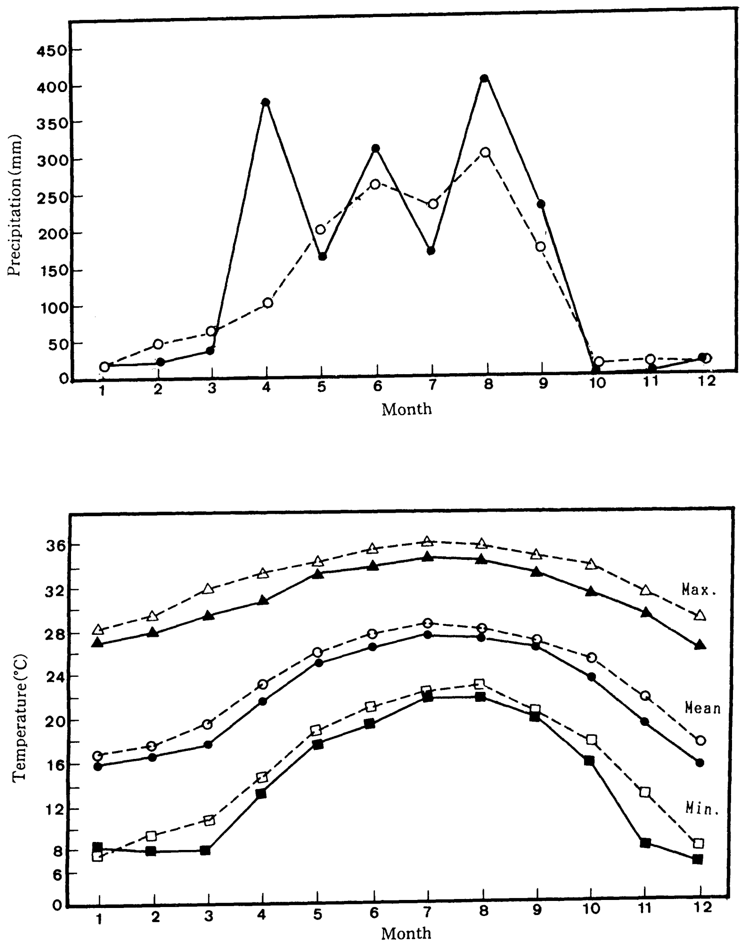

圖 8. 溪口及新營地區（△，○，□）月平均氣溫與雨量變化。
符號參照圖2。

Fig. 8. Changes of monthly mean air temperature and precipitation in Chikoou and Hsinying district(△,○,□).
Refer to Fig2 for the description of symbols.

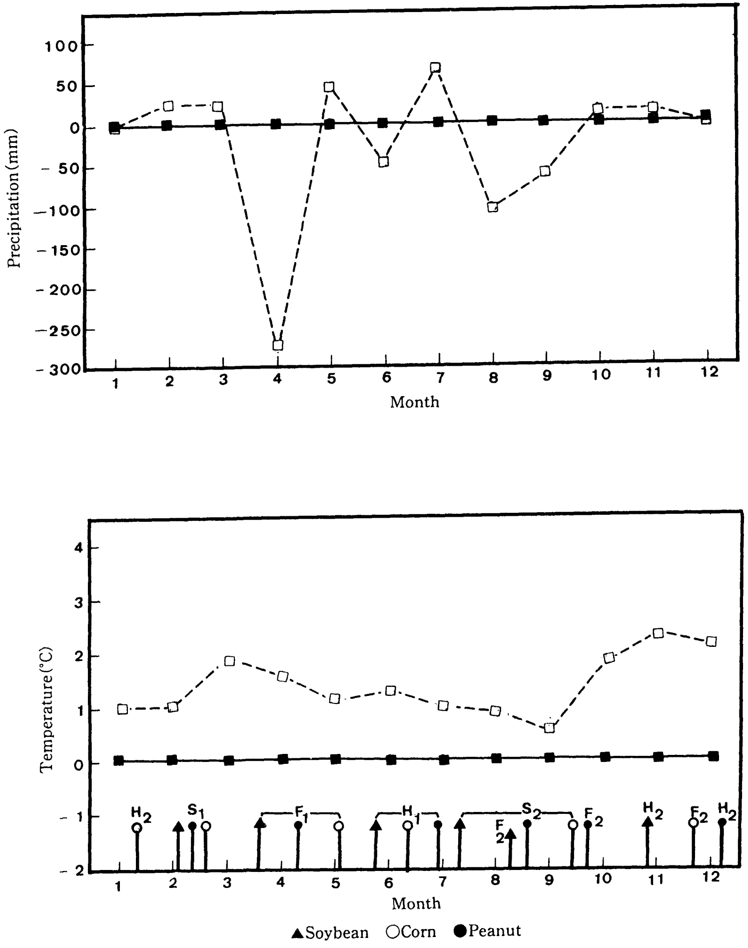

圖 9. 以溪口爲基準時之新營地區（□）月平均氣溫與雨量變化之差異值。
符號參照圖3。

Fig. 9. Deviation of the monthly mean air temperature and precipitation between Chikoou and Hsunying district(□).
Refer to Fig3 for the description of symbols.

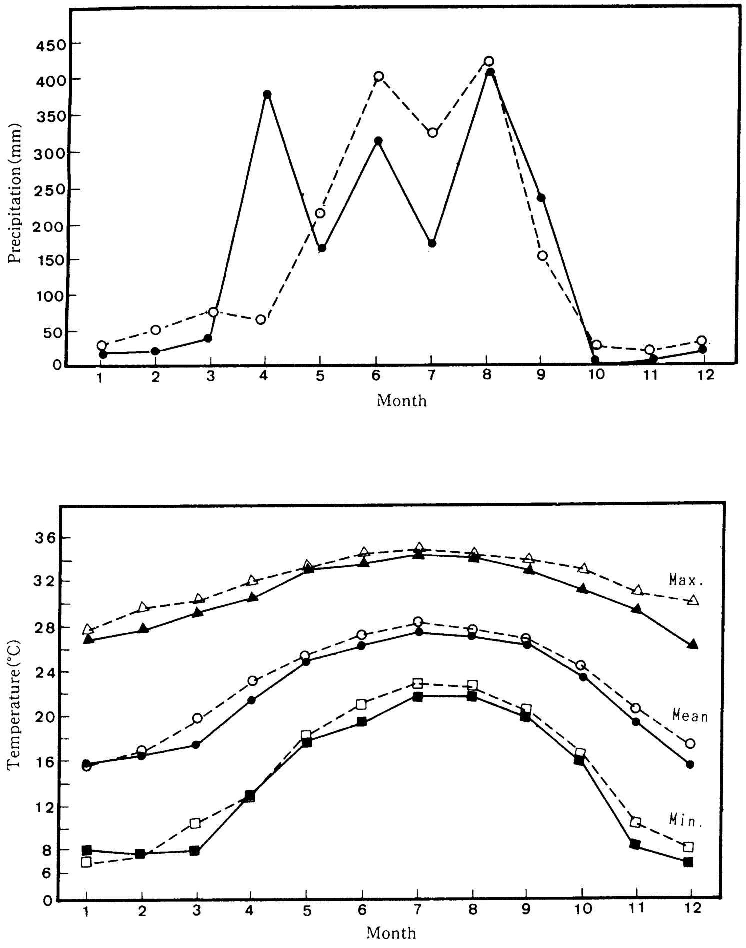

圖 10. 溪口及嘉義地區（△，○，□）月平均氣溫與雨量變化。符號參照圖2。

Fig. 10. Changes of monthly mean air temperature and precipitation in Chikoou and Chiayi district(△,○,□).
Refer to Fig2 for the description of symbols.

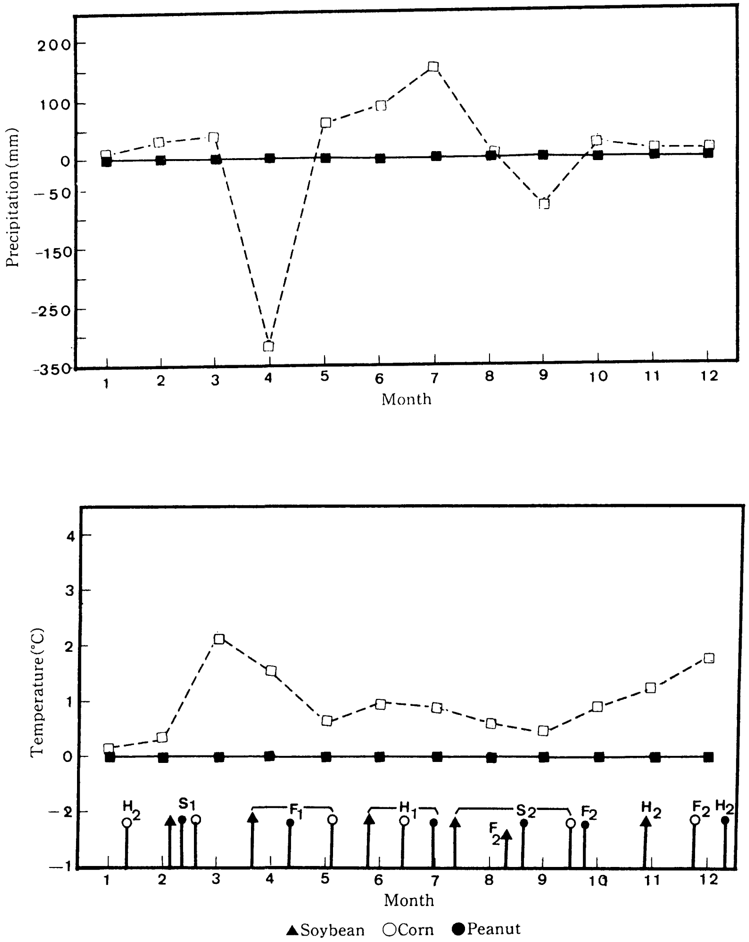

圖 11. 以溪口爲基準時之嘉義地區（□）月平均氣溫與雨量變化之差異值。符號參照圖3。

Fig. 11. Deviation of monthly mean air temperature and precipitation between Chikoou and Chiayi district(□).
Refer to fig3 for the description of symbols.

Agroclimatic evaluation on the adaptation of soybean, corn and peanut at Chikoou[1]

J. C. Tsai[2], K. S. Chi[2], M. H. Yao[2], T. W. Tsai[2], L. S. Liang[2] and C. C. Tu[3]

Summary

A study was conducted to compare the differences of air temperatur eand precipitation of Chikoou with the productive districts(Peikang, Huwei, Putzu and Hsinying)in the growth period of three crops(soybean, corn and peanut). The objective of this research was to discuss the climatic conditions of Chikoon for adaptation of planting three crops.

As the results, we estimated the culture of three crops in Chikoou farm; the results are summarized as follows.

1. Soybean: It was low temperature(16.5~17.6°C)during the early and middle growing stage of soybean at spring cropping in Chikoou farm. We can suppose that low temperature caused to the bad effect on development of soybean. But the precipitation Chikoou was near to the productive district Putzu. It may be better for growing under the adjusted sowing time of soybean to avoid the cold damage.

In the summer cropping, it appeared that the monthly means of air temperature and the accumulated air temperature(14 days after sowing,63 days before and after anthesis)were very different significantly between Chikoou and Putzu. But the monthly means of air temperatures that of two locations(Chikoou, Putzu)were very high about 27~29°C, whereas both Chikoou and Putzu had enough precipitation about 150~400mm. In the almost growing period, the precipitation of Chikoou was more than putzu, in especial the growing filling period after flowering different significantly between two locations. As the soybean requirement of water, that of Chikoou is better than putzu. Two locations have the duration of sunshine about 700~900 hours that are more than the spring cropping of productive districts. It can be supposed that climatic conditions of Chikoou in the summer cropping are better than Putzu and Hsinying.

2. Corn:The climatic conditions of Chikoou was near the production district Huwei in both the spring and summer cropping. At the flowering time in November, the monthly means of air temperature in Chikoou low down to 19.3°C which was lower than Peikang and Huwei, ever lower about 17°C in the grain filling period. This is the weak point for the climatic condition Chikoou in the autumn cropping.

In the middle growing stage of spring of spring cropping, the precipitation of April and

63 days before and after anthesis at Chikoou were higher than Peikan and Huwei. And the precipitations of autumn cropping were near among three locations. So the precipitations of Chikoou is no less than Peikang and Huwei.

3. Peanut:Chikoou farm and productive district (Peikang, Huwei were 16~17°C and 27~28°C of monthly means of air temperature after the sowing of spring and autumn cropping, respectively, those were all over 12°C in germination temperature at least. And the 14 days after sowing accumulated air temperature at three locations were near. The air temperature 25~27°C was the most suitable to grow peanuts, however three locations in the after anthesis of speing cropping, before and after anthesis of autumn cropping were at the optimun temperature for growth. The early spring cropping and the late autumn cropping in Chikoou were lower temperature at 17~18°C and 17~19°C, respectively. They are still higher than the temperature of basic growth (13~15°C), so it could be growing under the cold weather conditions.

The peanut in the growth period is suitable to growing under the percipitation 200~300 mm per month. And Chikoou had enough precipitation which suitable to growig which were in the before and after anthesis of spring and autumn cropping. So it is better than the productive districts (Peikang, Huwei) about precipitation for planting peanuts.

As the results, Chikoou was not so different from the main producing districts about climatic condition (air temperature, precipitation).We suggest that soybean, corn and peanuts could grow as well at Chikoou farm.

Key words : Spring cropping, Autumn cropping, Accumulated air temperature, Accumulated precipitaation, Cold damage.

1. Contribution No. 1659 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Associate researcher, Assistant researcher, assistant, Researcher, Researcher, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 413, ROC.
3. Director, TARI.

中 華 農 業 研 究

第四十二卷　　第 一 期

中華民國八十二年三月出版

發 行 人：杜 金 池

總 編 輯：廖 慶 樑

編審委員：

農藝組：盧 煌 勝（主審）
呂 秀 英　陳 一 心　劉 大 江　劉 新 裕
蔡 新 聲

園藝組：蕭 吉 雄（主審）
沈 再 發　林 昭 雄　施 昭 彰　徐 信 次
曹 幸 之　陳 敏 祥　劉 政 道

農化組：連　深（主審）
張 淑 賢　劉 慧 瑛

植病組：彭 金 騰（主審）
林 正 忠　程 永 雄　蔡 財 旺　蔡 武 雄

昆蟲組：羅 幹 成（主審）
何 琦 琛　鄭　允　鄭 清 煥

農機組：梁 連 勝（主審）
陳 加 忠　顏 欽 崇

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 42, No. 1 Mar. 1993

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, C. C. Tu

EDITOR IN CHIEF : C. L. Liaw

EDITORIAL BOARD :

S. Lian (Agri. Chemistry) L. S. Liang (Agri. Machinery)

K. C. Lo (Applied Zoology) H. S. Lu (Agronomy)

J. T. Peng (Plant Pathology) C. H. Shaw (Horticulture)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

S. S. Chang M. S. Chen Y. S. Chen C. H. Cheng

Y. Cheng Y. H. Cheng C. C. Her J. J. Lin

J. S. Lin D. J. Liu H. I. Liu J. D. Liu

S. Y. Liu H. Y. Lu T. F. Shen J. C. Shih

J. J. Shy S. T. Shyu W. H. Tsai S. J. Tsao

H. S. Tsay T. W. Tsay C. C. Yen

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Researches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

統一編號
030853820010

中華郵政中臺字第○三○九號登記爲雜誌交寄

Vol. 42, No. 1 Mar. 1993

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Response of rice (*Oryza Sativa* L.) to short-term High temperature: Growth, Development, and Yield……C. M. Yang and J. L. Heilman… 1

Diallel Analysis of Mature Plant Resistance to *Helminthosporium maydis* in Maize……G. J. Shieh and H. S. Lu…12

Factors Affecting the Translocation of Carbohydrates from Cob to Kernels in Corn. 3. Carbohydrate Concentrations and Enzyme Activities of Apical and Basal Kernels during Kernel-Filling ……S. F. Lin and D. J. Liu…19

Studies on the In Vitro Maintenance Techniques of Sweet Potato (Ipomoea batata L.) I. Influence of Carbon Source ……S. F. Lo and C. H. Liao…30

Influence of Soil Water Status and Defoliation on Carbohydrate Content as well as Shoot Formation in Pear Trees ……J. C. Shih and W. M. Hsiang…37

Clonal Propagation of *Phytophthora cinnamomi* Resistant Rootstock of Avocado (*Persea americana* Mill.) ……T. M. Jong…46

Effects of Different Cover Crops on Soil Properties and Soil and Water Losses on Sloping Litchi Orchard ……C. S. Cheng…53

Taxonomic properties of a sourgrass isolate of maize dwarf mosaic virus in Taiwan (*Research Note*) ……T. C. Deng, I. L. Yang and C. T. Chen…64

An estimate of effects of *Glomus clarum* on muskmelon production ……Y. H. Cheng, M. F. Chuang and C. C. Tu…74

Agroeilimatic evaluation on the adaptation of soybean, corn and peanut at Chikoou …… J. C. Tsai, K. S. Chi, M. H. Yao, T. W. Tsai, L. S. Liang and C. C. Tu…85

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung, Taiwan, Republic of China